COLLEZIONE

DELLE OPERE

DEL PROF. LUIGI GALVANI

OPERE

EDITE ED INEDITE

DEL PROFESSORE

LUIGI GALVANI

RACCOLTE E PUBBLICATE PER CURA

DELL' ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

BOLOGNA

TIPOGRAFIA DI EMIDIO DALL' OLMO. MDCCCXLI.

LUIGI GALVANI

ALOISIO · GALVANIO

CVIVS · LAVS · AD · OMNEM · EVROPAM · PERTINENS

INSTITVTVM · BONONIENSE

INVENTI · EXQVISITISSIMI · COMMVNICATIONE · INLVSTRAVIT

COLLEGIVM · SOPHORVM · INSTITVTI · EIVSDEM

HONORI · ET · NOMINI · TANTI · SODALIS

VINDICANDO · INTEGRANDO

OPERA · EIVS · OMNIA

STVDIO · SVMPTVQVE · SVO · EDITA · ITERVM

ET · ADIECTIONE · ELECTORVM

EX · AVTOGRAPHIS · ET · APOGRAPHIS · AMPLIATA

OPTIME · MERITO

OBFERT · DEDICATQVE

PROSPETTO DELL' EDIZIONE

OPERE EDITE

OPUSCOLI INEDITI

RAPPORTO

SUI MANOSCRITTI DEL CELEBRE PROFESSORE

LUIGI GALVANI

Legati all'Accademia delle Scienze dell'Instituto di Bologna

per testamento del Chiarissimo Professore

GIOVANNI ALDINI

DISTESO DAL PROF. *SILVESTRO GHERARDI*, E LETTO ALL'ACCADEMIA, NELLE SESSIONI DEI GIORNI 7, E 14 NOVEMBRE 1839, IN NOME DELLA COMMISSIONE DESTINATA ALL'ESAME DEGLI STESSI MANOSCRITTI, COMPOSTA DEI SIGNORI PROFESSORI *FRANCESCO MONDINI*, *MICHELE MEDICI*, E DI ESSO *RELATORE*.

CON APPENDICE

SULLE MEMORIE DELLO STESSO GALVANI CHE CONSERVANSI MANOSCRITTE NELL'ARCHIVIO DELL'ACCADEMIA, E SU DI ALCUNI PASSI RISGUARDANTI L'ELETTRICITA' ANIMALE, ESTRATTI DALLE PUBBLICHE LEZIONI D'ANATOMIA DEL MEDESIMO.

RAPPORTO

§. 1. Questi Manoscritti, legati all' Accademia nostra per testamento del Chiarissimo Professore Giovanni Aldini, che ne fu per molti anni possessore, vennero dagli Eredi di Lui alla medesima consegnati circa un anno fa.

Eran essi talmente disordinati nei tre grossi pieghi che li racchiudevano, che, al primo svolgerli, quasi avresti detto non contener nulla che meritar potesse considerazione. I fogli volanti di diverse materie in grandissimo numero sparsi confusamente fra essi, i molti fascicoli sciolti e formati di scritti su materie le più disparate, rendevano la massa dei medesimi una tale farragine, che per verità si richiedeva la non lieve indagine, e fatica, che vi abbiamo adoperate, per riconoscere nella medesima i veri manoscritti del Galvani, per ordinarli, e poterne infine dare un giudizio, come s' intende fare nel presente Rapporto. E ciò sia detto, non per dar rilevanza all' opera nostra esuberantemente compensata dall' insperato esito, ma perchè certe imperfezioni della medesima ottener possano una qualche scusa.

I Manoscritti del celebre Galvani sono ora distribuiti in

quindici plichi, ciascuno de' quali si compone di fascicoli, o fogli risguardanti materie analoghe: se ne eccettui uno, in cui riunimmo fogli e carte di soggetti varii. Nelle coperte de' plichi, e de' fascicoli furono apposti numeri, e lettere, che si richiamano nel Rapporto.

A maggiore intelligenza abbiamo creduto bene di premettere l'elenco di tutte le produzioni del Galvani già note per le stampe.

1.ª *De ossibus, Theses Physico-Medico-Chirurgicae etc.* Bologna per la Stamperìa a S. Tommaso d'Aquino Anno . . . . 1762.

2.ª *De Renibus, atque Ureteribus Volatilium:* nel T. 5.º P. 2.ª degli Antichi Commentari del nostro Instituto An. . . . . 1767.

3.ª *De Manzoliniana Supellectili, Oratio habita etc.* Bologna, per Lelio Dalla Volpe. An. . . . . 1777.

4.ª *De Volatilium Aure* (sunto di Dissertazioni lette all' Instituto negli anni 1768-69-70.), nel Tom. 6.º degli Ant. Comm. An. . . . . 1783.

5.ª *De Viribus Electricitatis in motu musculari Commentarius;* nel T. 7.º degli Ant. Comm. An. . . . . 1791.

Idem, ristampato a Modena nell' anno. . . . . . 1792, per la Società Tipografica, con note, e una Dissertazione del Professore Gio. Aldini intitolata -- *De animalis electricae theoriae ortu atque incrementis* --, e con una....

6.ª *Lettera del Galvani al Profess. Carminati sulla sede dell' Animale Elettricità.* An. . . . . 1792.

7.ª *Dell' uso e dell' attività dell' Arco conduttore nelle contrazioni de' muscoli:* Bologna a San Tommaso d'Aquino An. . . . . 1794.

8ª *Supplemento al Trattato dell' uso e dell' attività dell' Arco conduttore nelle contrazioni de' muscoli;* senza

data, ma certamente uscito nello stesso anno (*a*). . 1794.

9.ª *Memorie sulla Elettricità Animale* ec. *al cel. Ab. Lazzaro Spallanzani*, per le Stampe del Sassi: Bologna. An. (1) * . . . . 1797.

S' INCOMINCIA A DISCORRERE DE' MANOSCRITTI DEL CEL. GALVANI DISPOSTI SECONDO IL TEMPO, IN CUI SEMBRANO ESSERE STATI COMPOSTI.

Plic. I.° Fasc. A, B, C, D, E, F, G, H.

§. 2. Materiali, e bozzo di una Dissertazione in lingua italiana fatta, da quel che pare, per essere letta all' Accademia (I.° A, pag. 34, in fondo) = *Sull' aria contenuta nelle diverse parti degli animali* =.

Non vi si rileva nessuna data, che accertare ne possa del tempo, in cui l' Autore componesse l' indicata dissertazione, e compisse questo suo chimico lavoro. A noi però dietro varii argomenti, che verremo esponendo, è sembrato, che il medesimo sia anteriore a tutti quelli, che si contengono nei MSS. di Lui. Nel quinterno I.° C vengono lodati due Artisti, *Francesco Varri* chimico, e *Antonio Farioli* meccanico, il primo, quale inventore, e l' altro, quale costruttore dell' apparecchio, cui il Galvani impiegò nelle esperienze fatte colla via del fuoco (facciata 1.ª della carta 4.ª). Vi si legge = *I medesimi si*

(*a*) Le due precedenti produzioni, che formano insieme un Opuscolo assai pregiato, uscirono anonime: esse non sono notate nel cospicuo Elogio Storico del Galvani fatto dal chiarissimo Signor Alibert (non vi è notata nè pure l' Orazione *De Manzoliniana Supellectili*); in progresso mostreremo (§. 17, 18, 19, e note (1), e (6)) che le medesime appartengono indubitatamente al Galvani.

* Vedi questa nota, e tutte le altre segnate alla stessa maniera con numeri arabi, dopo la fine del Rapporto e sua Appendice.

sono in una virtuosa e perfetta amistà uniti, e l' uno le chimiche ricerche pensando, l' altro ritrovando gli opportuni macchinamenti per farle, recano non solò a se medesimi, ma alla fisica e chimica non piccola gloria, e splendore =. Ora in un Opuscolo intitolato = *Descrizione di un' Apparecchio di macchine per cavare, e maneggiare le Arie generalmente dette fisse* =, stampato in Bologna nel 1788 nell' Instituto delle Scienze, abbiamo riscontrato che il descrittovi apparecchio, è l' apparecchio stesso descritto dal Galvani in questi quinterni. L' Autore dell' opuscolo, come vi si rileva dalla dedica al ch. Pr. Toaldo, è Francesco Viero. Questi, nel darsi come inventore di tutte le macchine, sulle quali lo stesso opuscolo si aggira, dice espressamente: = *le medesime furono eseguite dal Signor Antonio Farioli Macchinista Bolognese, il quale è stato* UN TEMPO *mio compagno, ed ha meco operato nella massima parte delle mie esperienze* = (V. pag. 6. dell' Opus.). Egli esprime ancora, che le stesse macchine avevano riportata l' approvazione di varii eccellenti Professori, tra quali nomina i Signori Dottori *Pozzi*, GALVANI, *Gentili* ec., e alcuni di questi, Egli medesimo aggiunge, = *mi hanno anche fatto aver la compiacenza d' impiegar queste mie macchine in loro servigio, quando hanno avuto occasione di estrarre da alcuni corpi i principj aeriformi, e di esaminare la loro indole e le loro qualità* =. Certo dunque, che il Galvani instituì queste sue chimiche ricerche parecchi anni prima del 1788: giova appena di far riflettere, che il cognome *Varri* del manoscritto, non può essere, che un corrotto di Viero. Dalle mani di questo sapiente Artista, che era degli Stati Veneti, uscirono un termometro, così detto, *drebbelliano*, costrutto nel 1782, e due termometri fiorentini, fatti nel 1783, che figurano fra diversi strumenti dell' Accademia del Cimento posseduti dal Gabinetto fisico di questa P. Università.

In queste esperienze chimiche l'Autore impiegò la via del fuoco, quella della bollitura, e quella della putrefazione. Pare che adoperasse anche il mezzo della congelazione; ma nella coperta del capitolo dedicato alla congelazione, come in quella dell' altro dedicato alla bollitura non si sono ritrovate carte. Per tale guisa non restano, che le esperienze colla via del fuoco, e con quella della putrefazione.

Nelle medesime non trascurò le parti di animali freddi, limitandosi, *in causa*, dice Egli, *delle soverchie occupazioni, alle vipere, e alle rane*, da Lui scelte però *come quelle, che hanno uso in Medicina* (Dissert. I.ª A, pag. 15.).

Nella dissertazione si ferma particolarmente a discorrere dell'*aria infiammabile*, da Lui ritrovata in tutte le parti animali. Alla pag. 35. della medesima si legge questo: = *È nota a nostri giorni quanta azione abbia l'elettricità sull'aria infiammabile; che piccola copia, ed azione di quella basti per porre in un grado sommo di attività, ed elasticità questa ec.* =. Non v' ha dubbio, che qui non si accenni alla scoperta di *un moschetto, o d'una pistola ad aria infiammabile*, pubblicata dal Volta nel 1777 (V. *Lettera del Volta al P. Campi sull'aria infiammabile delle paludi: Milano* 1777; V. anche il Giornale di Milano -- *Scelta di Opuscoli ec.* -- Vol. 28, 30, e 31. An. 1777.), pistola che fu tosto conosciuta dal nostro Instituto, per il presente che ne ricevette di una dal Volta stesso, mediante un Marchese Angelelli (V. *Ant. Com.* T. 6.° pag. 23.); d'altronde il Galvani nomina la pistola del Volta in uno di questi quinterni (nella penultima pagina del Quinterno H.): sembra dunque che il medesimo dovesse aver compiuto questo suo lavoro intorno al 1778. Nella stessa pagina 35. della dissertazione, dall' azione dell' elettricità sull' aria infiammabile (definita nei termini da noi poco prima riferiti), e dal presiedere la stessa elettricità alle grandi mutazioni, e alterazioni, che accadono nell' Atmo-

sfera, l' Autore vuol dedurre, o spiegare lo stretto rapporto, che si dà fra queste mutazioni, e quelle che contemporaneamente avvengono nell'animale economia. Egli qui ammette, in somma, *che la corrispondenza fra le une, e le altre mutazioni nasca, o dipenda dall' influsso dell' elettricità sull' aria infiammabile racchiusa nelle parti animali*. Se nel tempo, in cui compì colla dissertazione il lavoro, di cui ragioniamo, Egli avesse già conosciute le sue prime esperienze sulle contrazioni delle rane per opera dell' elettricità, pare che su di ciò avesse dovuto modificare le sue idee, o indicando sì fatte esperienze, esprimere un concetto men vago del testè riportato, intorno all' influsso dell' elettricità atmosferica sull' animale economia.

Noi non dubitiamo punto, che il Chimico, e il Fisiologo non potessero ritrovare in questo laboriosissimo lavoro del Galvani (lavoro che, pei tempi ne' quali venne composto, può dirsi una vera, e reale analisi chimica di tutte le parti solide, e fluide degli animali) di che aggiugnere alla sua gloria, benchè si tratti di studii tanto dissimili da quelli, che gliela procacciarono immortale. Così teniam per vero quello, che l' Autore medesimo esprime nella pag. 7.ª della Dissertazione, cioè, che = *niun altro prima* di Lui *si fosse dedicato ad esaminare con ogni diligenza i principj delle varie parti animali, la qualità, e* QUANTITA' *loro* =.

Benchè la dissertazione istessa si aggiri particolarmente, come s' è detto, *sul principio dell' aria infiammabile*, non vi mancano però de' tratti curiosi sopra altri soggetti. Ne piace trascrivere questo: = *Non tralasciammo di esaminare alcun poco* (così vi si legge alle pag. 11, e 12.) *il capo morto sì del latte, che del sangue, il quale, con questo metodo, tutto puro con esattezza poteva raccogliersi........ Vedemmo pertanto il detto capo morto, ed iscoprimmo contenere non poco ferro; chè, senza altra preparazione, triturato soltanto*

colle dita il detto capo morto, era attratto generosamente e copiosamente dalla calamita: questo poi era in minor copia nel latte, che nel sangue: il capo morto del latte fu di 2 grani di meno di quello del sangue=. Avvertasi, che alla pag. segnata 7 si premette di avere impiegata d'ogni parte animale una medesima quantità, cioè, dramme tre, e che i tubi, entro i quali le sostanze animali venivano esposte al fuoco, *non erano altrimenti di ferro, o d' altro metallo, come quelli adoperati in simili ricerche dal Priestley, ma di terra cotta, e internamente, ed esternamente vetriati* ec.. La presenza del ferro nel sangue, sospettata da prima dietro certe esperienze di Giuseppe Antonio Badia, e di Gusmano Galeazzi, era già stata a que' tempi messa fuori d' ogni dubbio da Vincenzo Menghini (V. *Ant.* nostri *Comment.* Tom. 2.°, part. 2ª. pag. 20, e 244, An. 1746; ed anche *Elem. Physio. corp. hum. auct. Alb. Haller*, T. 2.° pag. 118. 119). Ma nessuno, per quanto abbiamo ricercato, l' aveva allora per anche supposta non che dimostrata nel latte (Alb. Haller nell' Op. cit. non parla punto di ferro nel latte). L' opera più antica in cui si faccia cenno di ferro rinvenuto nel latte, è la citata dal Thompson col titolo -- *Mémoires Médicales* -- *Paris* 1787 pag. 607 (*Syst. de Chim. trad. par Riffault sur la cinq. édit. Tom.* 4, p. 561). In essa, giusto questo celebre Trattatista, sarebbe notato, che nel carbone, che resta nella storta dopo che il latte vi è stato esposto lungamente ad una temperatura abbastanza intensa, si trova *alcuna volta* della magnesia, *del ferro* ec.. Fourcroy, che ne' suoi *Elementi di Storia Naturale*, *e di Chimica* parla del ferro tratto dal sangue, non tocca punto del medesimo nel noverare le sostanze che entrano nella composizione del latte (V. *Elém. d' Hist. Nat. et de Chim. cinq. édit.* 1793. T. 4. pag. 314, 319 e seg.). Si sa, che in appresso lo stesso Fourcroy, e Vauquelin scoprirono nel siero di questo li-

quido animale del *fosfato di ferro*, e che in tempi più vicini a noi, il Berzelius ha rinvenuto traccie di *lattato di ferro* nel latte spogliato della crema (Thompson Op., e Tom. cit. pag. 560). Se dunque questi MSS. fossero stati pubblicati a suo tempo, il Galvani passerebbe come primo scopritore del ferro nel latte, titolo di gloria non ispregevole, massime pel tempo in cui l' avrebbe acquistato.

Il Galvani si riporta senza dubbio a questo suo chimico lavoro, allorchè, in quel luogo del Commentario -- *De Viribus electricitatis* ec. --, in cui ha bisogno di aiutare la sua ipotesi, *che i nervi sieno interiormente vuoti, o composti di una sostanza conduttrice dell' elettricità, ed esteriormente d' un' altra sostanza, che impedisca il dissipamento dell' elettricità, che per essi abbia a trascorrere*, si esprime in questa maniera: = *experimenta autem demonstrant, oleosa maxime substantia nervos conflari; nam non ingens modo a nervis per distillationem obtinetur olei quantitas, et longe major, quam a musculis, sed major fuit a nobis recentiorum methodo educta ab iis inflammabilis aeris copia, quam ab ulla alia animalis parte elicere umquam licuit, ejusque fuit hic aer indolis, ut accensus vividiorem, purioremque flammam, et longe permanentem emiserit, quam soleat inflammabilis ipse aer a reliquis partibus eductus; uberioris sane oleosae in nervis substantiae haud leve indicium* (V. pag. 39. *del Com. degli Atti*; e pag. 45 *di quello ristampato a Modena* (*)). Ora si

(*) Le citazioni di queste due edizioni del Commentario si faranno in seguito per abbreviatura, così – V. p. 39. C. A.; p. 45. C. M. – . Sulla fine poi del Commentario della presente edizione, decretata dall' Accademia, si troverà la lista di tutti i passi dello stesso Commentario citati in questo Rapporto, colle pagine corrispondenti di quello, e di questo. Si dica il medesimo dell' Opuscolo – *dell' Arco conduttore* –, alcuni passi del quale vengono pure citati in questo Rapporto.

confronti questo passo col seguente, che copiamo dalle pagine 14, e 15 della suddetta dissertazione, e verrà dimostrato quanto testè abbiamo asserito. = *Trattate altresì con egual metodo le parti solide, la copia d' aria infiammabile che ne avemmo non fu la medesima in tutte le parti, ma varia, giusta la varietà loro, e quindi non senza meraviglia la scoprimmo massima nei nervi, mediocre nei muscoli e nelle ossa, minima, ed appena sensibile ne' tendini* =.

Ma chi dal riportato passo del Commentario, che è il solo che vi s'incontri sul soggetto in discorso, avrebbe potuto arguire, che il Galvani possedesse su di esso un lavoro sì esteso, ed elaborato, come quello di cui ora finiamo di ragionare?

Si noti che la tante volte nominata dissertazione è ne' presenti MSS. incompleta, mancando di alcune pagine in principio, e che è sparsa di cassature, e postille, che ne rendono malagevole, e talvolta impossibile la lettura.

Plic. II.° Fasc. A, B, C, D, E, F, G, H, K, I, L, M.

§. 3. Questi quinterni contengono l' esposizione de' memorabili esperimenti *ordinati*, *e*, come vi è scritto sopra, *riveduti*, sulle *contrazioni muscolari*, delle *rane singolarmente*, per opera dell' elettricità detta dal Galvani artificiale, quella cioè della comune macchina elettrica, e dell' elettroforo, cogli apparecchi che ordinariamente agiscono per essa, quadri magici, e boccie di Leida.

Qui basti notare, che il primo esperimento segnato nel quinterno A (quantunque dall' esservi scritto in cima = *rane preparate* ALLA SOLITA MANIERA = si rilevi, che non è mica *veramente il primo* fatto dal Galvani) porta la data DELLI 6. NOVEMBRE 1780., una data quindi ANTERIORE DI UNDICI ANNI alla pubblicazione del famoso Commentario — *De viribus electricitatis etc.* --

La maggior parte di sì fatte esperienze è dei mesi di Novembre e Dicembre del 1780, e di quasi tutti i mesi del 1781; ve ne hanno però alcune degli anni 1782, e 1783; l' ultima è delli 14. Febbraro di questo anno 1783. (2).

§. 4. Da questi MSS., dalle tradizioni orali sugli studii di quell' epoca remota che in Bologna conservansi ancora, riguardo al galvanismo, vivissime, e da qualche altro indizio abbiamo potuto convincerci, che il primo esperimento di simil genere occorse al Galvani non prima dell' estate, o autunno di quello stesso anno 1780, alla fine del quale appartengono le prime esperienze notate ne' MSS. stessi.

Nel presente piego inserimmo tre o quattro fogli, trovati sparsi nella massa de' MSS., che sembrano di una scritturazione più antica degli altri, e che contengono essi pure delle esperienze sopra le rane: in uno di essi è scritto: = *a dì* 4. 1778 =. Vi si parla di *fori con ago*, di *tagli longitudinali nella spinal midolla;* di *tagli del ventricolo, degli intestini, dei nervi crurali, dei vasi crurali, e di altri vasi del basso ventre, ec.;* vi si parla pure di *aperture dell' orecchietta del cuore, del pericardio* ec.; e altresì di *irritazione coll' olio di tartaro dei nervi crurali, del ventricolo, del cuore, ec.:* ma lo stimolo elettrico non vi è nomato per niente! Gli effetti notativi poi sono le pulsazioni del cuore dell' animale, per minuto, le quali venivano contate ogni volta che questo era stato sottoposto a qualcuno degli indicati travagli. Ecco due quadri d' esperimenti cavati *ad litteram* dai fogli in discorso.

Esperimento 1.°

1.ª *Rana, in cui erano tagliati i vasi ed aperta l'orecchietta del cuore; dopo di aver veduto pulsare il cuore, senza efflusso di sangue, per quanto si poteva, le pulsazioni del medesimo erano in* . . . . m. 1, p. 10.

Tagliato il ventricolo . . . . « 1, « 18, *ciò che equivale ad uno stimolo momentaneo.*

Tagliati gl' intestini . . . . « 1, « 13.

Tagliati i nervi crurali . . . . « 1, « 13, *circa.*

Esperimento 3.° Ore 3. m. 40.

Cuore in istato naturale, aperto solamente l' animale, e scoperto il cuore	« — 41,	*in m.* 1,	*p.* 22
	« — 43,	—— 1,	-- 28
	« — 44,	—— 1,	-- 30
	« — 45,	—— 1,	-- 28
	« — 46,	—— 1,	-- 27.
Irritato il ventricolo esternamente con piccolo piumacciuolo di bombace inzuppato d'oglio di tartaro	« — 48,	—— 1,	-- 27.
Tagliato il fegato, e conseguentemente tagliato il tronco della vena cava ascendente, e tolto il commercio vascoloso dello stomaco col cuore.	« — 58,	—— 1,	-- 22
	« — 60,	—— 1,	-- 22.

	Ore 4. *m.* 0.
Aperto lo stomaco, ed applicatovi il piumacciuolo intinto nell' oglio di tartaro, e tenutolo costantemente applicato	« — 1, —— 1, -- 24
	« — 2, —— 1, -- 28
	« — 4, —— 1, -- 28.
Levato il piumacciuolo. . . .	« — 7, —— 1, -- 24
	« — 9, —— 1, -- 20.
Tagliati gl' intestini in varie parti trasversalmente, e applicato il suddetto piumacciuolo sui piccoli tagli, onde poco oglio di tartaro entrava	« — 14, —— 1, -- 21.
Tagliato lo stomaco	« — 18, —— 1, -- 21.
Irritati d' oglio di tartaro i nervi crurali	« — 20, —— 1, -- 21
	« — 21, —— 1, -- 19.
Levato lo stimolo dai detti nervi, E FINITA LA CONVULSIONE .	« — 26, —— 1, -- 20.

Applicato l'oglio di tartaro al cuore finì la sua forza alle Ore 4 — 30.

Un altro effetto è pure notato negli stessi fogli, ma solamente allorchè si parla dei fori, o dei tagli longitudinali nella spinal midolla. Si avrà a grado di sentirlo descrivere dallo stesso Galvani; e perciò noi copiamo esattamente l' Esperienza che contiene una tale descrizione, e che ne' fogli medesimi trovasi contrassegnata col numero 15.

Aperta la rana senza tagliare i vasi.

Ad ore 3, minut. 6, puls. 34 per minut.
« —— 7, —— 38 ——
« —— 8, —— 38 ——
« —— 9, —— 40 ——

= *Impiantato l'ago nel primo foro* (fatto nella spinal midolla),

SOLITO INCANTESIMO, *il quale è consistito in una diastole di cuore senza che però potesse entrare se non poco sangue, il quale poi entrato finalmente in copia, ha prodotta la diastole* VERA, *la quale è poi stata seguita immediatamente da una* VERA *sistole. Impiantato nel secondo e terzo foro, lo stesso* =.

Si rileva che il Galvani eseguì un grandissimo numero di esperimenti simili a questo. In uno dei fogli si legge: = *Col foro trasversale* (fatto coll' ago), *accaduto il fenomeno* (l'incantesimo ec.) 26 *volte in* 54 *esperimenti: col taglio longitudinale, accaduto* 23 *volte in* 42 *esperimenti* =; e dietro parecchie annotazioni di questa fatta si conclude: = *succede il fenomeno coll' ago, o col taglio longitudinale, circa la metà delle volte che si fa l' esperimento, e quindi per produrre il fenomeno in genere hanno pressochè eguale attitudine sì il foro trasversale che il taglio longitudinale, se non che, questo, irritando un maggior numero di parti della spinal midolla, produce un effetto più intenso; quello, irritandone un minore, uno meno intenso* =.

Quantunque non vi sia bisogno di ricercare l' occasione che il Galvani, anatomico, potesse avere di trattar delle rane, allorchè fece la prima osservazione elettro-fisiologica sulle medesime, pure ci compiacemmo molto di ritrovare fra manoscritti suoi i presenti fogli, anche perchè sembraronci atti a qualificare la stessa occasione, o la più prossima ad essa (V. §. 15. Fasc. C.). Ma ancora anni prima del tempo a cui gli esperimenti di tali fogli paiono appartenere, il celebre Fisiologo aveva volti i suoi disegni a questi animali, e possedeva anzi sui medesimi, esperimenti, e studii assai consumati. Ne dà piena sicurezza un documento incontrastabile, un' antica lista di Dissertazioni lette all' Accademia delle Scienze dell' Instituto, tutta quanta di pugno del celebre Sebastiano Canterzani, segretario della stessa Accademia, la quale lista ci è

stata, non ha guari, favorita dall' esimio Signor Dottor Gio. Battista Canterzani, collega nostro (*b*). Ne trascriveremo qui la parte che risguarda il Galvani, prenotando, che le date, che si veggono di contro ai titoli delle dissertazioni, sono quelle delle letture delle dissertazioni istesse.

GALVANI LUIGI.

9. Aprile	1772	--	Su l'irritabilità halleriana.
22. Aprile	1773	--	*Sul moto muscolare nelle rane.*
20. Gennaio	1774	--	*Azione dell' oppio ne' nervi delle rane.*
6. Aprile	1775	--	Scoperte sue e di Scarpa su la struttura dell' orecchio.
25. Aprile	1776	--	Su l' organo dell' udito.
8. Marzo	1781	--	Sopra le cateratte.
18. Aprile	1782	--	Su l' uso de' quattro ossetti del timpano.

In faccia alla riportata lista trovasi scritto: = *Date all' Autore perchè scelga* = (*scelga*, cioè quelle che credeva di produrre per istampa negli Atti dell' Accademia). (*c*).

(*b*) Chi ha qualche contezza delle vicissitudini provate dalla nostra Accademia intorno al principio di questo secolo, non può maravigliarsi, che noi non abbiamo in pronto nell' Archivio di essa documenti più all' uopo, o più solenni per ricerche, le quali come questa la riguardano tanto direttamente; non può restar sorpreso che noi, in tali bisogni, siamo costretti di addimandare, di mendicare in qua, in là, notizie, carte, liste ec., e che ci reputiamo ben fortunati se ogni nostra premura non riesca del tutto frustranea: quantunque non si saprebbe desiderare maggiore interessamento per le nostre indagini nei Superiori, e in tutte le persone soprantendenti ai pubblici Archivii, i quali hanno pure salvato dalla fatale dispersione, e distruzione di quell' epoca qualche scritto riguardante la stessa Accademia.

(*c*) Dopo tutto ciò, chi non vorrebbe dar di penna alle ultime parole del seguente periodo della Storia del Galvanismo di Mr. Sue?

Plic. II.° Fasc. AA.

§. 5. Questo grosso piego racchiude una quantità di materiali, di deduzioni, di viste o spiegazioni, e alcuni bozzi, o progetti di dissertazioni intorno agli esperimenti ordinati, e riveduti de' precedenti quinterni II.° A, B, C, ec., i quali espe-

= *On avoit placé par hasard sur une table, où se trouvoit une machine éléctrique, des grenouilles écorchés* QU' ON DESTINOIT À FAIRE DES BOUILLONS = (Op. cit. Part. I.ª pag. 6). Se queste parole in passato hanno forse potuto muovere al riso qualcheduno (*), ora crediamo noi muoveranno a sdegno chiunque. Lo stesso periodo finisce coll' avvertimento, che le rane erano disgiunte per un certo intervallo = *par un certain intervalle* = dal conduttore della macchina elettrica. Nel Commentario, con più esattezza viene significato, che la rana, *l' unica* rana, con cui occorse la primitiva osservazione elettro-fisiologica, era affatto disgiunta, e lontana per non breve intervallo dal predetto conduttore: = *Ranam ... in tabula, ... in qua erat machina electrica, collocavi ab ejus conductore* PENITUS SEJUNCTAM, ATQUE HAUD BREVI INTERVALLO DISSITAM = (**). Se noi andiam proponendo alcuna menda a questa Storia del *Sue*, per amore del vero, e perchè ci sembra che quegli il di cui nome ha somministrato il titolo alla medesima, non vi abbia ottenuto sempre i riguardi che meritava, o il posto che gli competeva, ciò non toglie che non la reputiamo assai, anche per essere la medesima la più completa raccolta sul soggetto, che si conosca. Vogliamo che simile protesta venga applicata convenevolmente alle altre Opere, e agli altri Autori, de' quali ci occorra discorrere nello stesso senso.

(*) *Con ciò non intendiamo di negare che il professore Galvani non potesse andar debitore di un' occasione di più per aver tra le mani delle rane, all' amorevole pensiere di preparare Egli stesso i brodi di rana all' adorata Consorte:* V. Alibert, Elogio Storico di L. Galvani nota (14)*: ma asserire, dire sul serio, che le rane, collocate sulla tavola (preparate poi a quel modo!) erano destinate a far brodi!!.......*

(**) *Mr. Becquerel rende anche meno il senso dell' esordio del Commentario, voltandone quest' ultimo verso nella sua lingua,*

rimenti sonovi citati di continuo. La maggior parte degli scritti presenti fu stesa per certo dal 1780, al 1783, giusta le date che qua e là vi si osservano. Uno de' medesimi, che è intorno *alla forza nervea in genere, alla forza nervea applicata ai muscoli*, e dove il fluido elettrico viene considerato *nudamente* come un mezzo atto *ad eccitare la forza nerveo-muscolare*, porta in fronte la data = *Giorno di Natale* 1780 =. Nella farraggine dei MSS. ritrovammo due sopracoperte con la seguente iscrizione = *Del mezzo dell' atmosfera elettrica* =, e ce ne servimmo per un fascicolo da noi stessi composto con tanti fogli, quanti ne potemmo rinvenire fra MSS. medesimi intorno a questo *mezzo dell' atmosfera elettrica*. In uno di tali fogli, che collocammo al principio del fascicolo, si legge: = *L' atmosfera elettrica, percossa, ed urtata, e vibrata dalla scintilla, è quella che* PORTATA AL NERVO, *ed urtando similemente, e commuovendo un qualche principio mobilissimo* ESISTENTE NEI NERVI, *eccita l' azione della forza nerveo-muscolare* =; e segue immediatamente una lista di esperienze dal 10 Decembre 1781, al 10 Gennaro 1782, come fossero addotte in prova del posto principio. Ecco il frontispizio di un altro fascicolo dello stesso piego: = *Saggio primo della forza nervea, e sua Relazione colla elettricità, del Signor Luigi Galvani, di Filosofia, e Medicina Dottor Collegiato, pubblico Lettore di Notomia nella Celebre Università di Bologna, Professore dell' Arte Ostetricia nell' Istituto delle Scienze, ed Accademico Benedettino, anno* 1782 =: dalla forma del quale frontispizio chiaramente si appalesa l' intendimento del cel. Autore

così: = ello (*la rana*) n' était separée du conducteur QUE PAR UN PETIT INTERVALLE = (*V.* Tr. Exp. de l' Élect. et du Magn. *Tom.* I.°, *pag.* 82). *Dobbiamo questo rilievo al Signor Dottor Gaetano Bagni Sostituto di Fisica, e Alunno della nostra Accademia.*

di dare alle stampe il suo *Saggio* fino da quest' anno 1782. Che i titoli indicati nel frontispizio fossero realmente quelli che ad esso competevano in quest' epoca, lo abbiamo con opportuni documenti confermato. (*d*)

§. 6. E basti questo, bastino i pochi cenni precedenti sui MSS. del piego II.° AA, per poter istituire un curioso, e rimarchevole confronto fra le viste teoriche sulle quali sembra riposare il Galvani, finchè non conosce che queste contrazioni più semplici, e la teoria di queste contrazioni medesime da lui stesso presentata dieci anni dopo nel famoso Commentario (V. n. (*f*), e n. (3)). Che se Egli, in causa delle sue conghietture preconcepite intorno all' esistenza di un' elettricità nativa del corpo animale, conghietture da Lui già sostenute con molta sagacità, e con persuasive induzioni nei suoi Corsi pubblici di Anatomia (*e*), si figurò

(*d*) Possiamo citare fra questi documenti uno scritto autografo del cel. Sebastiano Canterzani favoritoci dal figlio di lui Sig. Dottor Gio. Battista prenominato. Da esso si rileva, fra le altre cose, che il Galvani sul principio del 1782. ottenne di passare dalla Cattedra di Anatomia nell' Istituto, a quella di Ostetricia, e che il dì 19 Febbraro dello stesso anno, l' Accademia lo clesse al posto di Accademico Benedettino, *posto, che*, così vi è espresso, *Egli aveva perduto in questo scambio di Cattedra, essendo il medesimo bensì annesso al posto di Anatomico, ma non già a quello di Professore di Ostetricia.* (V. n. (7)).

(e) V. pag. 37, e nota (17), pag. 138 della versione italiana del citato Elogio Storico di L. Galvani composto dal celebre Signor Professor Alibert, la quale venne stampata in Bologna nel 1802, e che, quantunque anonima, si sa essere dovuta alla chiarissima penna di Monsignor Alfonso Bonfioli Malvezzi (V. pag. 9 della Vita di questo, scritta dall' illustre Signor Segretario Tognetti). Dopo la lettura fatta all' Accademia del presente Rapporto, essendosi finalmente ritrovati i manoscritti delle Lezioni pubbliche di Anatomia del Galvani (V. §. 22, n. (m), e n. (8)), si è potuto pienamente confermare ciò che Mr. Alibert, ne' citati luoghi, asserisce sopra le su indicate antiche conghietture del Galvani, e che egli appoggia soltanto alle assi-

sulle prime queste stesse contrazioni più importanti, o singolari di quel che si fossero in realtà (come si può dedurre da ciò che narra egli stesso nell' esordio della prima parte del suo Commentario: si consulti però il §. 15. di questo Rap., fascicolo C), se vide nel fenomeno di esse più di quello che avrebbe potuto appagare un fisico, ben presto per altro, a mente fredda, inclina a racchiudersi (testimonii i presenti scritti!) in una sfera d' idee molto subordinate, e conformi alle cognizioni fisiche sulle azioni dirette, e per influenza dell' elettricità (*f*). Stende Egli perciò uno schizzo di dissertazione

curazioni che ne ebbe, da parte di quelli stessi, che avevano seguìto il Galvani nelle sue Lezioni Anatomiche (V. n. (8)).

(*f*) Dire che l' elettrico è *un eccitante della forza nerveo-muscolare, che il mezzo dell' atmosfera elettrica*, cioè, l' elettricità per influenza, *eccita*, nell' estrarre la scintilla, la *stessa forza coll' urtare*, e *commuovere un qualche principio mobilissimo esistente nei nervi*, è un esprimere al modo del fisiologo, quello stesso che esprime il fisico dicendo semplicemente — L' elettricità è un particolare stimolo ai moti muscolari degli animali —.

Il fisico è avezzo a trattare di continuo delle forze che si esercitano a distanze più o meno rilevanti, e di quelle pur anche che sembrano attraversare l' immensità stessa dello spazio, senza che esista alcun legame materiale fra i corpi agenti, o altro mezzo sensibile, cui si possa attribuire la trasmissione della forza, o l' azione *immediata*. Egli è quindi assai preparato a concedere, che uno stimolo diretto sopra un dato punto di un nervo affetti il nervo intero fino alle ultime sue ramificazioni, e produca quindi le valide contrazioni nel muscolo in cui quel nervo mette e si diffonde, quantunque queste parti alle quali perviene l' azione dello stimolo distino più, o meno dal punto stimolato. Nulla ostante una tale distanza, esiste pure un mezzo materiale di comunicazione fra questo e quelle, o perciò il fisico *ne ha anche di troppo* per concepire, o per credere di concepire il fatto, senza andare a cercare come, o perchè l' azione dello stimolo arrivi tanto lontano dal luogo di sua *immediata* applicazione. Il Fisiologo, al contrario, non crede di doversi arrestare su di ciò al nudo fatto. Immagina, che un' *elasticità particolare* del nervo, dalla quale vibrazioni

sul fenomeno di tali contrazioni, e poi un altro, ed un altro ancora più elaborato, e sempre con queste idee sommesse; sembra volerlo dare alla stampa, ma a questa prova, per la sua preoccupazione, non sa resistere; già adescato una volta dalla comparsa del fenomeno, la stessa preoccupazione ora in Lui si risveglia e lo trattiene; il suo lavoro non lo contenta più, non vuol darvi l'ultima mano: intanto agitato e ardimentoso si mette a tentare, e ritentare la natura, per istrapparle qualche fatto solenne da cui apparisca non esser mentite le forme del vero nel pensamento che lo domina: intanto ancora, con maggior coraggio di prima, espone questo alla disputa, prendendolo a difendere pubblicamente nell'aringo del suo ultimo Corso Anatomico (V. §. 15, n. (*l*), e n. (8)), e non lo defrauda degli argomenti di queste sue prime esperienze elettro-fisiologiche; progredendo nella via sperimentale, discopre, o si convince vie

e tremori propagantisi con estrema velocità dall' un capo all' altro del medesimo, o che un *certo fluido sottile*, sempre pronto a scorrere, con pari velocità, lungo il nervo, serva come di agente intermedio, o veicolo per tramandare l' azione in discorso, e portarla direttamente su tutte le parti, che se ne mostrano affette. Ciascuno vede che il Galvani, ne' presenti scritti, si attenne a questa seconda ipotesi del *fluido nerveo*, o degli *spiriti animali*, la quale ebbe già sempre, presso i fisiologi maggior favore della prima. Quindi, per ispiegare le contrazioni muscolari prodotte dall' elettricità, suppose che questa, analogamente agli altri stimoli, *agisse immediatamente* sui nervi inservienti al moto, e che il principio mobilissimo esistente nei nervi tramandasse, e compisse esso stesso questa azione *coll' irritare immediatamente in loco i muscoli*. Ora in questa spiegazione nulla trovavasi per cui un fisico anche il più rigoroso, e un fisiologo il meno portato per un' clettricità animale, o per l' elettricità del fluido nerveo, avessero potuto restar dubbiosi ad ammetterla. Se il Galvani, nel Commentario, avesse toccato di questa sua antica spiegazione delle *ordinarie* contrazioni elettriche, nessuno avrebbe potuto asserire che Egli fosse rimasto sorpreso delle medesime *per non aver riflettuto agli effetti dell' atmosfera elettrica*. Quando poi il Volta, nell' incominciare a

più che la rana è un elettroscopio preziosissimo, un elettroscopio di gran lunga più sensibile di quelli dei fisici, tanto per la elettricità artificiale, quanto per la naturale o atmosferica (V. §. 10, n. (*h*), e n. (8)): e in mezzo a questi cimenti moltiplicati e variati con tanta sagacità, e colla costante fiducia di conseguire lo scopo suo, (V. n. (8)) gli occorre il fatto capitale, cui sa afferrare tostamente; se ne fa pienamente padrone col riprodurlo a sua voglia, e variarlo in molte avvedutissime maniere; crede di poter finalmente riposare su di esso, e intende perciò ad erigere sul medesimo un edifizio teorico, che vagheggia come la realizzazione del suo antico sistema di un' elettricità animale; di un' elettricità

dissentire dalle opinioni dello stesso Commentario, s' impegnò a provare, che *sopra i nervi, e non sopra i muscoli il fluido elettrico agiva immediatamente* (V. §. 50. della *Continuazione della sua seconda Memoria sull' elett. animal.*, pag. 35 del Tom. 3. Quaderno di Luglio 1792 del *Giornale Fisico-Medico di L. Brugnatelli;* ed anche *Coll. delle sue Opere*, T. 2, par. 1, pag. 81 e seg.), e quando ritornò su questo stesso argomento (V. particolarmente pag. 178 del Vol. precit. delle sue *Opere*) mostrando di voler persuadere ai Galvaniani, = *che il fluido elettrico non era causa immediata, nè anche in qualità di stimolo, dei moti muscolari, ma mediata soltanto, causa occasionale e rimota, terminandosi la sua azione propria a stimolare ed eccitare i nervi*=, non dovette per certo nè pur sospettare che così per l' appunto, e non altrimenti, il Galvani stesso si fosse in sua mente rappresentata l' azione elettro-fisiologica, fino a che la scoperta delle contrazioni *straordinarie* non lo ebbe trasportato a pensamenti più complessi di questo, quali manifestò nel suo Commentario. Ei s' avvisò allora di poter persuadere che l' *elettricità* fosse l' agente *immediato* delle contrazioni muscolari. Si badi però, che Egli molto esplicitamente assegnò questa prerogativa ad un' *elettricità speciale*, a quella cui nomò *animale*, non già alla *comune*. Noi crediamo che il Volta, e i Fisici in genere dietro lui non abbiano abbastanza riflettuto, nell' interesse del Galvani o del sistema suo, a questa necessaria distinzione (V. n. (3)).

= *quasi ministra precipua dell' anima , tanto per eccitare, ad ogni comando di questa , la contrazione dei muscoli, da cui il moto nelle parti e nelle membra, quanto per trasmettere al cervello, sede verosimilmente di questa medesima, le impressioni, che i sensi ricevono dagli oggetti esteriori* = (V. n. (8)).

Sono questi i genuini principii, e progressi degli studii relativi del Galvani fino al tempo in cui diedesi a comporre il Commentario — *De viribus electricitatis etc.* —: avremo poi campo di ragionare di questo, e di qualche altro suo lavoro posteriore, nel quale non brilla meno che in questo medesimo la somma sagacia di Lui. Felicissima quella preoccupazione, felicissima questa sagacia, cui tanto, e tanto si va debitori!

Plic. II.° Fasc. BB.

§. 7. Questo fascicolo è una dissertazione latina sopra un soggetto assai curioso. Dal confronto delle modificazioni che provano questi tre fenomeni, cioè, il fiocco elettrico risplendente all' estremità del conduttore di una boccia Leidense caricata, la fiamma ordinaria, e la respirazione degli Animali, ove siano sottoposti a certe condizioni comuni del mezzo ambiente, si conghiettura, che i fenomeni stessi abbiano un principio comune nel fluido elettrico; che questo sia purissimo, e semplicissimo nell' indicato fiocco, e variamente congiunto a diversi principii materiali nella fiamma, e nella respirazione. Nella penultima pagina di questo scritto, a dichiarazione dell' enunciata conghiettura, s' incontra il seguente passo: = *Quam suspicionem recentiorum inventa adaugere videntur, quibus compertum est in evaporatione, in combustione una cum evolutis, elatisque principiis vehi, ac dissipari electricum fluidum, ut propterea superstites substantiae electricitatis, ut ajunt negativae haud dubia afferant signa* =. Ora

i termini di questo passo concordano talmente con quelli adoprati dal Volta nello sporre i risultamenti delle sue esperienze sulla elettricità sviluppata nella combustione del carbone, nell' evaporazione dell' acqua ec., che non si può dubitare, che il Galvani non intendesse, nel medesimo passo, di riferirsi a cotali esperienze. Il Volta diceva: = *I vapori dell' acqua, e generalmente le parti d' ogni corpo, che si staccano volatilizzandosi, portano via seco una quantità di fluido elettrico a spese dei corpi fissi che rimangono, lasciandoli perciò elettrizzati negativamente* = (V. Collez. delle sue Op. T. I.° P. 1.ª pag. 275). Si può dunque arguire, che il Galvani componesse questa sua dissertazione poco dopo il 1782, nel qual anno le accennate esperienze del Volta furono notissime in Italia (*g*). Se è così, se un tal lavoro del Galvani risale a più di un mezzo secolo a questa parte, quanto non è da spiacere, che non vedesse la pubblica luce al suo tempo! quanto, che sia rimasto sepolto fin qui, insieme ad altre non poche preziosità di questi manoscritti! Imperciocchè, senza motivare di parecchie esperienze, e ingegnose vedute sopra una probabile qualità elettrica della fiamma, e della respirazione (le quali potrebbero forse meritare qualche considerazione anche al presente), in questa dissertazione scorgemmo, con sorpresa, de' singolari esperimenti sull' elettricità nell' aria più o meno diradata della macchina pneumatica; e su questi, come sopra quelli risguardanti certi accidenti

(*g*) Dall' ultima pagina della dissertazione si rileva, che il Sacchetti dovea leggere dopo il Galvani nella stessa seduta, e il Dottor Francesco Sacchetti non comincia a comparire negli Album della Accademia che nell' anno 1782-83. (V. Diario Bolognese per gli anni 1782 e 1783). Può anche meritare riflesso, che il linguaggio della parte chimica della dissertazione è prettamente quello che si professava prima della completa rivoluzione della scienza Chimica avvenuta verso l' anno 1784.

del prenominato fiocco, l' Autore discorre in guisa da far vedere che Ei non era all' oscuro delle più esatte cognizioni fisiche che allora si possedessero sulle azioni elettriche per influenza. Resi tali esperimenti di pubblica ragione, avrebbero certamente fatto associare il nome del Galvani ai nomi del Beccaria, del Walsh, e de' pochi altri, che dopo la metà del passato secolo occuparonsi i primi di esperimenti d' elettricità nel vuoto. Noi stimiamo, che si potesse produrli anche oggi giorno, senza incorrere nell' eccezione di ripetere inutilmente cose note. Ma non servissero essi, e gli altri ancora della medesima dissertazione, che a far comprendere meglio questo Uomo (sul conto del quale si è trascorso fino ad asserire, *che Egli ignorava affatto la vera teoria delle influenze elettriche*: V. la nota (3)), dovrebbero essere prodotti. Nel Commentario — *De viribus electricitatis* etc. — si ha ragione di certe esperienze, estratte per sicuro da quelle della presente dissertazione: vogliam dire le esperienze sul fiocco del conduttore acuminato della boccia di Leida caricata, e collocata nell' atmosfera di una Macchina elettrica (V. p. 37. e 38. C. A.; p. 41, 42, 43 C. M.). Il Galvani si riferisce pure alle medesime esperienze nella sua Lettera al Carminati (V. §. 1. e n. (1)). E così ad esse si riporta in quel luogo del suo Opuscolo — *Dell' uso, e dell' attività dell' arco conduttore ec.* — pag. 78, in cui mostrasi proclive a non insistere più su la terza delle tre ragioni, o maniere di corrispondenza fra l' eccitamento delle contrazioni muscolari, e lo sgorgo, o la scarica dell' elettricità dall' interna superficie della boccia di Leida, le quali ragioni, nel precitato luogo del Commentario, Egli aveva tutte e tre proposte, e dichiarate in favore della sua congettura dell' essere, cioè, il muscolo congiunto al nervo come una boccetta di Leida ec.: = *ma se,* ivi dice, *per altre ragioni volesse Egli* (il Galvani) *così denominare il muscolo* (boccetta di Leiden animale), *e se massimamente*

per quella corrispondenza di effetti che ha Egli trovata fra l'eccitamento delle contrazioni muscolari e LA COMPARSA DEL FIOCCO ELETTRICO DA UNA BOCCIA DI LEIDEN NELL' ATTO DI ESTRARRE LA SCINTILLA DALLA MACCHINA ELETTRICA.... (si badi che il Galvani, quì, come in tutto l'Opuscolo voleva serbarsi anonimo), ... *io non potrei allora .... approvare l' ipotesi e la denominazione sua; potendosi questa corrispondenza d' effetti forse egualmente bene spiegare pel colpo che i moderni fisici chiamano di ritorno* ec. = (3). Ma le esperienze sull' oggetto principale della dissertazione, e quelle dell' elettricità nel vuoto, e la dissertazione stessa non vengono nè pure accennate nel Commentario, nella Lettera al Carminati, e nell' Opuscolo.

§. 8. Quasi ad ogni punto di questo Rapporto, ad ogni lavoro del Galvani compreso ne' suoi MSS., dovremmo rilevare la non curanza da Esso addimostrata per tutte le cose sue, o non pensando mai a renderle pubbliche (così avvenne del primo lavoro di cui si è parlato, e del presente, e di altri de' quali appena poteasi sapere che Ei si fosse occupato), oppure pensandovi troppo tardi, in guisa da esporsi per anni ed anni ad essere prevenuto (come gli accadde pel suo bel lavoro -- *De Volatilium Aure* --, sul quale si lasciò prevenire quasi in tutto dal cel. Scarpa) intorno a scoperte, che avrebbero svegliato l'amor proprio di qualunque altro! Dovremmo, lo ripetiamo, rilevare una tale non curanza, che fu del resto comune a' più dei dotti che formarono il maggior decoro e la gloria dell' Instituto di Bologna; dovremmo fors' anche pronunziare qualche parola di biasimo, perchè, da chi ne avrebbe avuto il modo, e ben d' onde, non siasi supplito a tanta indifferenza, col fare per tempo, dei presenti MSS. quel convenevole uso che noi, nella Conclusione del Rapporto, proporremo all' Accademia........ Ma intorno a ciò noi non diremo altro. Seguiteremo però a fissare possibilmente, coi MSS. alla mano, la data precisa di ciascun lavoro

del Galvani, onde la si possa confrontare colla data della pubblicazione, quando questa abbia avuto luogo, o perchè si possa, all'uopo, stabilire la priorità delle scoperte di Lui.

Plic. III.° Fasc. A,B,C,D,E,F,G,H.

§. 9. A,B,C,E,F,G Annotazioni, Quadri sinottici di numerosissime esperienze, eseguite dal Decembre del 1783, all' Ottobre del 1785, sugli effetti prodotti dall' aria intestinale, dall' aria infiammabile, e da altri fluidi aeriformi sul sangue, sul latte, sulla bile, sulla saliva, sulla urina, e su due pulte, una di pane e carne masticata, l' altra erbacea tolta dagli intestini tenui, mescolando intimamente i predetti fluidi con queste sostanze. Più avanti (§. 13, e 14) si vedrà, che il Galvani si valse di questi materiali per due dissertazioni.

Il Fascicolo D contiene alcune Note di esperimenti fatti coll' unire acidi ed alcali all' olio di oliva, ed alla bile: vi si riscontra una data di Ottobre, e un' altra di Settembre del 1785.

Nel Fascicolo H, in cui non vedi di scritto che poco più d' una carta, incontransi alcune riflessioni e congetture sul sangue, ma specialmente sul diverso colore, e la diversa attitudine a coagularsi del sangue della vena porta, rispetto all' altro sangue venoso. Noteremo fra le varie dimande che vi sono, queste: = *Il sangue della vena porta assorbe egli dunque dagli intestini, cioè dall' aria contenuta ne' medesimi, il principio spirabile, come quello de' polmoni lo attrae dall' aria atmosferica? Gli animali a sangue freddo vivono forse tanto tempo senza cibo, e senza respiro per questo principio esistente nell' aria degli intestini? Il coagulo del sangue nascerebbe egli mai da un dissipamento del principio infiammabile, e dalla introduzione di un principio esistente nell' aria atmosferica?* =

Plic. IV.° Fasc. A,B.

§. 10. Esperimenti ordinati in un Quinternetto, e in un Foglietto volante *circa la forza dell' Elettricità Atmosferica* NEI NERVI *degli animali freddi: Anno* 1786, *Incominciati die* 26 *Aprile, hora* 20 ½. (così si legge nel frontispizio del Quinternetto). Di fatti la prima delle esperienze notate è delli 26 Aprile 1786, e l' ultima è delli 17 Agosto del medesimo Anno, quella, nel Quinternetto, che è tutto quanto di pugno del Galvani, questa, nel Foglietto, che è di mano del nipote del Galvani, Dottor Camillo Galvani. = *Accorsi alla vostra casa, amabile Zio*, così è scritto nella seconda pagina del Foglietto, *per attendere alle vostre fisiche ricerche* ec. = : parecchie buone copie di esperimenti, e massimamente di dissertazioni di questi MSS. sono della stessa mano, ma sempre con correzioni, e varianti di pugno del Galvani nostro.

Facciamo alcuni estratti dell' uno e dell' altro scritto. Il Galvani nella seconda parte molto breve del Commentario, dedicata a questi esperimenti, non trascura di riferire, che le contrazioni delle sue rane accadevano nello stesso momento in cui compariva il lampo; che per ciò le medesime precedevano sempre il tuono. Ma trascura affatto di toccare della *misura* dell' intervallo osservato tra questo e quelle, dalla quale soltanto sarebbesi potuto rilevare la distanza a cui le rane istesse risentivano l' azione della folgore. Su di ciò, nella prima facciata del Libretto A leggi, che le contrazioni si ebbero *molto prima di udire i tuoni*, e in un altro luogo del libretto, che si ebbero *non pochi secondi prima del fragore del tuono;* di più, intorno allo stesso soggetto, incontri ancora nel Libretto un *Avvertimento*, concepito in questi precisi termini: = *I lampi, se non sono ad una certa distanza, e di una certa forza non producono effetti. La distanza*

però alla quale li producono è grandissima, essendosi avute le contrazioni al lampo, il di cui tuono ha tardato a farsi udire 60, *e più secondi* =.

Il celebre Autore nel Commentario racconta pure, che il numero delle contrazioni muscolari succedentisi con grande rapidità, le quali accompagnarono ciascuna scarica di elettricità atmosferica, gli sembrò quasi corrispondente al numero de' soliti fragori del tuono (dopo di avervi rilevato che coll' elettricità artifiziale non si ha che una contrazione sola, per ciascuna scintilla che s' estrae). Certamente Ei non intese d' includere in questo secondo numero i rimbombi provenienti da ripercussioni, o echi del tuono. Nulla di meno la corrispondenza di cui trattasi sembra troppo vaga, ed è poi per certo meno verisimile di un' altra corrispondenza, che si ha accennata nel presente Giornaletto di sue esperienze, secondo la quale il numero delle contrazioni potrebbe tenersi dipendente dai rinforzamenti, o dalle repliche a brevissimi intervalli della folgore; ecco il passo genuino relativo a ciò: = *Si ebbero contrazioni non piccole di tutti i muscoli degli arti* NON UNA SOLA VOLTA, A CIASCUN LAMPO, *ma in un lampo persino* TRE VOLTE, ESSENDO SEMBRATO IL LAMPO COME DIVISO IN TRE =.

Nel medesimo Giornaletto, dietro le Annotazioni di parecchie esperienze comprovanti, che *anche senza tuoni, e lampi si avevano le contrazioni costanti, e durevoli per non poco tempo, ove la elettricità fosse stata intensa, e questo, sia che le rane appese per la spina dorsale al conduttore atmosferico isolato comunicassero col conduttore del pozzo, sia che non vi comunicassero*, e dopo l' avvertimento, *che, nel primo di questi due casi*, cioè quando la rana non era isolata, *l' elettrometro comune non mostrava il minimo segno d' elettricità*, si trova segnata la seguente = *Conclusione. È dunque una tale preparazione della rana* UN ELETTROMETRO *del passaggio, e della copia che passa del fluido elettrico*

pei corpi a lui contigui, ED ELETTRO-METRO IL PIU' SQUISITO SIN' ORA SCOPERTOSI = (*h*). Nella seconda parte del Commentario non incontri su di ciò che il passo: = *tunc enim* (quando le rane contraevansi sotto scariche fulminee) *saepius scintillae eliciebantur nullae* (dai conduttori atmosferici, dai quali, invece, se ne cavavano non di rado, *delle scintille*, a cielo tempestoso, ma non folgorante), *et exquisitiora electrometra vix ullam movebant de electricitate suspicionem* (mentre ne davano di grandi segni, a cielo tempestoso, ma fuori del tempo della folgorazione).

Nello stesso Libretto è indicata per tre volte un' osservazione di qualche interesse, della quale la stessa parte del Commentario non fa motto: eccola. Sempre, eccetto un solo caso in cui le esperienze durarono poco (mezz' ora), tutte le rane preparate, dopo essere state assoggettate ai travagli di queste esperienze, mostraronsi cogli *arti tutti rigidi, intirizziti, ed allungati, e rimasero così per 24 ore e più dopo*, e allora

(*h*) Non isfugga che una tale *conclusione* scriveva l'Autor nostro quando non conosceva per anco le vere contrazioni galvaniche, cinque anni innanzi che pubblicasse il Commentario. Mancavagli allora il precipuo argomento, pel quale si decise di attribuire all'azione *immediata* di una dubbia elettricità animale tutte le contrazioni muscolari, e quelle pure suscitate da un' indubitabile elettricità comune, assegnando a questa soltanto l' uffizio di mettere in giuoco, a un dato modo, l'altra (V. n. (*f*), e n. (3)). Così che il Volta fu sì primo a *misurare esattamente la prodigiosa sensibilità della rana allo stimolo elettrico* (V. sua prima produzione sull' Elett. Animal., delli 3 Aprile 1792, nella cit. Coll. dell' Op. T. 2, P. 1, pag. 3, e seg.; ed anche pag. 37, e seg., ec.), ma non fu primo a discoprirla, e a ben riconoscerla. Il Galvani l' aveva già annunziata molto tempo avanti ne' suoi Corsi di Anatomia (V. n.(8)), e rimarcata puntualmente, come si vede, ne' presenti manoscritti, prima che, forse, per ispirito di sistema, la riputasse una proprietà trascurabile, o stimasse, fors' anche, che a Lui non giovasse troppo il farla rilevare particolarmente!

mandavano anche cattivo odore. Dietro la seconda annotazione di tale specie, si vede questa = *Riflessione*: *come ne' fulmini restano le membra delle persone, percosse dai medesimi, floscie, rilasciate, e come putrefatte* =. È ad un effetto simile a questo, che si riferiscono le parole, = *praeparata animalia, in quibus haec electricitatis pericula capta fuerunt, longe citius corrumpi et putrescere etc.* =, che leggonsi sulla fine della prima parte del Commentario.

Non si può poi considerare senza un certo ribrezzo quel tratto che cade sotto *l' Esperimento* 12.°, 7 *Giugno*, dello stesso Libretto A. Imperocchè da esso rilevasi, che il Galvani, non pensando forse molto al miserando caso del Richmann, si mise all' azzardo di *tenere nelle mani il conduttore atmosferico isolato, di toccarlo pure, o starvi vicino con un dito*, e di trovarsi in queste attitudini *al momento del lampo, allo scoppio del lampo!* Già in tutte queste esperienze coll' elettricità atmosferica fu Egli esposto più o meno a quel pericolo istesso, che patentemente gli sovrastava ne' presenti tentativi, co' quali, da quanto ha lasciato scritto Ei medesimo nello stesso Libretto, = *si provò ad elettrizzarsi come le rane, e non avvenne alcun effetto sensibile, forse per la troppa piccolezza del conduttore atmosferico* =. Noi per questo, per essersi Egli scientemente esposto tante, e tante volte a pericolo sì grande, gli dobbiamo sapere maggior grado delle presenti sue esperienze coll' elettricità atmosferica, pensando pure, che fu in mezzo a tale pericolo, vicino a quegli stessi conduttori, in quel terrazzo medesimo co' quali, e sul quale faceva simili esperienze che fu condotto a quella scoperta, di cui nissuna è mai stata, e sarà mai più feconda (*i*).

(*i*) Che il Galvani conoscesse l' accennato pericolo, e le precauzioni da prendersi in somiglianti esperienze per ischivarlo possibilmente

Il predetto Dottor Camillo potea a buon dritto menar vanto di avere assistito l' amato Zio, e avuta parte diretta in queste esperienze di Lui, in quelle persino, che di tempo e di qualità erano state le più vicine alle esperienze importantissime.

nessuno, crediamo noi, lo vorrà mettere in dubbio. Nulla ostante a rimuovere ogni scrupolo su di ciò può sembrare opportuno quel luogo del Commentario, in cui viene inspirata della speranza per la cura di certi morbi nell' uso dell' elettricità atmosferica. Questa sarà amministrata, o agirà (così è espresso ivi), se, ne' tempi procellosi, le parti affette dal morbo verranno *cautamente e prudentemente* munite de' loro conduttori = *suis conductoribus*. . . . . CAUTE PRUDENTERQUE *instruantur* = (p. 54. C. A; p. 59. C. M.). Vero è però, che a trattare conduttori di tal fatta, col cielo in lampi e tuoni, se pure questi non siano ben lontani, nel quale caso poi non farebbero forse nè bene, nè male, non vi è cautela, e prudenza, che valga a rassicurarvi da un fulmine. Talchè si può certo lodare il Galvani di essersi esposto, per amore della scienza, e con tanto successo, al periglio, ma non si loderebbe chi volesse portare all' atto pratico la preaccennata veduta di Lui. Giova in oltre sapere che la casa in cui il Galvani applicò a queste esperienze sull' elettricità atmosferica (l' antica Casa Panfili - Colonna, poscia Monti in strada S. Felice N. 96, da S. Gervasio), situata verso il centro della Città, aveva a canto, e in prossimità de' Campanili, ed altri Edifizii non meno alti, o più alti di essa, quantunque di una bella altezza essa pure. Noi vi abbiamo visitato quel terrazzo, al terzo piano, che è il più alto nella medesima, il quale propriamente fu l' arena delle stesse esperienze. Luogo più adattato per queste non saprebbesi immaginare, anche per essere il medesimo affatto sottratto all' importuna vista de' curiosi. Fissammo lo sguardo e tutta l' attenzione nostra sul parapetto, o ringhiera di ferro, che ripara un lato dello stesso terrazzo dal sottoposto profondo cortiletto: tutto vi è ancora come un mezzo secolo e più a questa parte, se non che allora il Galvani avea convertito il terrazzo in un giardinetto (. . . . . *hortum quemdam pensilem nostrae domus* . . . sul princ. della 3.ª part. del Comm.). Se quel parapetto fosse stato di legno, o di pietra, chi può assicurare che avessimo un galvanismo . . . . . e tutto il resto? (V. §. 11, fasc. H).

Ciò risulta chiaramente dal menzionato Foglietto B. Di fatto vi è notato, che egli, il Dottor Camillo, mentre esperimentava da se solo nel nominato terrazzo, ebbe ad ammirare molto un certo *moto convulsivo nella vigorosa rana da lui preparata, e munita del solito uncinetto* (allo spinal midollo): *la rana era posta orizzontale sull' appoggio*, o *parapetto della ferriata* di un de' lati del terrazzo, e il predetto = *moto convulsivo* si otteneva, *non soltanto* (quì copiamo *ad litteram* il Foglietto) *l' uncino, o la spina dorsale con le dita toccando, ma ciò facendo, o con breve ed isolato sottil filo di ferro, o con lunga e ben pulita verga di vetro, il che sembra evidentemente mostrare l' atmosfera elettrica scendere giù bassa a investire la ferriata ec. ec. ec.* =; così per l' appunto finisce il foglietto. Prima però di questa descrizione si avvisa che faceva gran temporale elettrico; e prima pure della medesima, a proposito di un' altra osservazione di *moto convulsivo* della rana, s' incontrano queste parole tra parentesi (*moto convulsivo, che già voi stesso altra volta osservaste*): questo *moto convulsivo* era quello che vedevasi suscitato nella rana *giacente su l' appoggio della ferriata*, ogni qual volta toccavasi *con le dita una funicella, o un filo di ferro unito per uno de' suoi capi all' uncinetto della rana, e affidato per l' altro capo al prossimo angolo del recinto*. Da ciò che abbiamo riportato del foglietto in discorso sul principio di questo paragrafo, ciascuno avrà già compreso, che il Dottor Camillo dirigeva le riferite parole tra parentesi, e così pure lo scritto intiero al Galvani nostro. A compimento del propostoci estratto non sarà inutile riportare un esperimento, di cui trattasi distesamente nella prima pagina del medesimo foglietto B.

Una *robusta rana*, preparata alla solita maniera, venne appiccata *su dietro la scabra corteccia di una vecchia ed altissima quercia*, per mezzo dell' uncino di ferro di cui andava

fornita alla spinal midolla; si era in collina, e la quercia distava non poco da altre simili piante; faceva temporale, ma essendo questo in sul declinare, la pioggia incominciava a cessare, i lampi e i tuoni non erano più tanto frequenti come erano prima. Ebbene, questo prediletto nipote del Galvani potè = *scorgere*, nella suddetta rana, *un costante tremolio per tutta la lunghezza degli arti fino all'estremo delle dita, tremolio ora più ora meno intenso, secondochè dal Cielo sviluppavasi maggiore o minore copia di elettricità, ma senza veruno di quei saltellamenti che accaddero in altri esperimenti* = (non vi si dice se *simili a questo, o diversi*). Staccando l'animale dalla quercia, e portandolo alto in mano, alzandolo vie più in aria mediante lungo filo di ferro, stendendolo in terra di lunga catena armato, giammai in nessuna di queste prove manifestò *la convulsa mozione*. Questa allora soltanto *svegliossi di nuovo*, ritornato l'animale *al suo primo conduttore elettrico*. Nel Commentario non si parla che del conduttore *ferreo* della casa, e del conduttore *simile* del pozzo.

Noi siamo certi che questi scarsi fogli non comprendono tutte le Annotazioni prese dal Galvani delle sue esperienze coll' Elettricità atmosferica (V. §. 11, 12). Eppure bastano anch' essi a comprovare, che Ei non fu premuroso di divulgare tutto quello che l'industre esperimentare, e il fino accorgimento aveangli appalesato.

Plic. V.° Fasc. A, B, C, D, E, F, G, H.

§. 11. A: Quadro sinottico, in due foglietti, di esperienze sulle contrazioni delle rane, specialmente sotto l' influsso dell' elettricità atmosferica. Ma l'ultima pagina di questo quadro contiene esempi di contrazioni nelle rane *appena preparate*, come vi è scritto, *in cucina*, *toccandone i nervi con*

forbici: vi è però notato, che il tempo era *burrascoso-elettrico*. Nella prima pagina del foglietto in cui l' esperienza è segnata, si ha la data - 16 *Settembre* (del 1786 certamente, come qui appresso vedremo) -.

I seguenti quinternetti B, C, D, E, F contengono le Annotazioni de' memorabilissimi esperimenti sulle contrazioni muscolari delle rane senza l' intervento di elettricità atmosferica, o della macchina, e *coll' uso soltanto di archi metallici, di armature metalliche* ec.. I primi di tali esperimenti presentano in fronte la data — 20 *Settembre* 1786 —, e gli ultimi la data — 20 *Ottobre* 1786 —. Vi è notato, che questi ultimi furono fatti - *nel Palazzo Zambeccari di Bel Poggio* -, luogo per l'appunto citato sul principio della terza parte del Commentario - *De viribus electricitatis etc.* -, la quale tratta di sì fatti esperimenti.

È cosa assai rimarchevole, che i due primi quinternetti B, C abbiano il seguente frontispizio, di mano del Galvani (e tutto, in questo plico V.°, è di mano del Galvani): = *Esperimenti circa* L' ELETTRICITA' DE' METALLI =.

Nel soprascritto del Fascicolo C è espresso, che si tratta di esperienze sopra gli *animali freddi*. In fatti, non solo questo fascicolo, ma gli altri ancora B, D, E, F non parlano d'altri animali, che delle rane. Di esperimenti simili a questi sopra animali caldi, non si ha nei MSS. altro indizio, che quello presentato dal frontispizio del Foglietto G; il frontispizio è questo: = *Esperimenti circa l'* ELETTRICITA' DEI METALLI, NEGLI ANIMALI CALIDI =. Un tale foglietto ha tutte le apparenze di sopra-coperta di un quinternetto simile agli altri di questo plico; ma nei MSS. non si sono ritrovate carte relative al suo frontispizio.

Il fascicolo H, ultimo dei suindicati, è il più rimarcabile. È un bozzo di dissertazione in lingua latina sugli esperimenti degli altri fascicoli: è in 4.°, e di 62 pagine; benchè

sparso di cassature, e di varianti, la materia vi è trattata ordinatamente dal principio alla fine, e si legge per lo più senza molta pena. Si comprende perciò, che una tale dissertazione corrisponde, in quanto la sostanza, alla terza parte del famoso Commentario -- *De viribus etc.* --, cioè, alla più importante di tutte. In testa alla medesima è scritta la data — 30 OTTOBRE 1786 —, vale a dire, una data posteriore solamente di dieci giorni alle ultime esperienze di Bel Poggio, e anteriore in vece di BEN CINQUE ANNI alla pubblicazione dell'anzidetto Commentario!!! Fino dalla prima pagina vi si rileva *l'epoca della scoperta del vero galvanismo*, delle contrazioni muscolari, cioè, ottenute per mezzo soltanto di toccamenti con metalli. Vi si dice: = *Ranas itaque consueto more paratas* UNCINO FERREO *earum spinali medulla perforata atque appensa*, SEPTEMBRIS INITIO (1786) DIE VESPERASCENTE *supra* PARAPETTO *horizontaliter collocavimus* (*supra* PARAPETTO, cioè, sopra la spiaggia superiore della ringhiera di ferro del terrazzo, nel quale il Galvani aveva già eseguite, e continuava allora le esperienze sull'elettricità atmosferica: V. § 10, n. (*i*)). *Uncinus ferream laminam tangebat; en motus in rana spontanei, varij, haud infrequentes! Si digito uncinulum adversus ferream superficiem premeretur, quiescentes excitabantur, et toties ferme quoties hujusmodi pressio adhiberetur. His visis parum abfuit, etc.* =. La sostanza di questo passo con parecchie anche delle frasi si riscontrano sul principio dell'anzidetta parte del Commentario: la data però delle esperienze primitive (tanto distinta nello stesso passo) in questo manca affatto, come vi mancano egualmente le date delle prime esperienze coll'elettricità artificiale, e coll'elettricità atmosferica (4).

Cosa degnissima di attenzione è questa, che mentre nella dissertazione si dice, che l'uncino, di cui in queste prime esperienze andavan corredate le rane nello spinal

midollo, era di ferro = *uncino* FERREO =, nel Commentario, invece, si mette che fosse di rame (o di ottone, o simili): = *ranas etc. collocatas uncis quoque* AEREIS *in spinali medulla instructas* = (V. p. 17. C. A.; p. 16. C. M.). Dunque, secondo il manoscritto, l' arco, che si formava col premere l' uncino contro la lamina di ferro del parapetto, sarebbe stato d' un solo metallo; secondo lo stampato, quest' arco sarebbe stato al contrario di due metalli differenti. Forse che il Galvani, fatta in appresso l' osservazione, che il fenomeno accadeva più sicuro con archi eterogenei di quello che con archi omogenei, rappresentò, per rendere più credibile il suo racconto dell' origine prossima della capitale scoperta e più facile a verificarsi, che l' uncino fosse di un metallo diverso da quello del parapetto, mentre in realtà era pur esso di ferro. Ma è più mirabile, più onorevole pel Galvani, che abbia fatta tale scoperta coll' afferrare primamente quello dei due casi, che più difficilmente vi potea condurre.

Che a Lui poi si debba la preziosissima osservazione della maggiore efficacia degli archi metallici eterogenei a fronte degli omogenei (della quale il Volta, avendone tratto quel gran frutto che tutti sanno, sembra presso alcuni passare come autore), si vede già patentemente dal Commentario; ma si vede meglio ancora dal presente manoscritto, nel quale in oltre viene spiegato a meraviglia il modo, con cui il Galvani fu alla medesima osservazione condotto. Il passo del Commentario, a questa relativo, è il seguente. = *Sed illud praeterea peculiare, atque animadversione dignum, languentibus potissimum praeparatorum animalium viribus, circa conductores arcus, aut deferentia plana contigit nobis saepissime observare, variam nempe eorum, ac multiplicem metallicam substantiam cum ad obtinendas, tum ad adaugendas contractiones musculares multum posse, et quidem longe magis, quam una eademque metallica*

substantia. Ita ex. gr. si arcus totus ferreus fuerit, aut ferreus uncus, et ferreum item planum deferens, saepe saepius aut deficient contractiones, aut erunt perexiguae. Si vero eorum alterum ferreum ex. gr. fuerit, aereum alterum, multo magis si argenteum (argentum enim prae caeteris metallis ad deferendam animalem electricitatem visum est nobis idoneum) contractiones continuo, et longe majores, et longe diutius prodibunt =; poi si conferma la stessa cosa nell' uso delle armature metalliche (V. p. 21. C.A.; p. 20. C. M.): anche lo stesso Volta cita questo luogo del Commentario allorchè, nella sua - *Memoria Seconda sull' Elettricità animale* -, si fa sollecito ad avvisare, che il Galvani prima di lui aveva fatta la osservazione in discorso (V. Collez. delle sue Opere Tom. II.° Part. I.ª pag. 99). Ma nel manoscritto la cosa è trattata in questi termini. Alla pagina 20 del medesimo l' Autore mostrasi interessatissimo di comunicare un caso straordinario; il caso di mancate contrazioni occorsogli dopo molti e molti esperimenti, ne' quali le contrazioni erano sempre accadute; e su questi esperimenti si aggira il manoscritto fino alla citata pagina. Dice, che maravigliato della novità del caso, poichè tanto nell' esperimento che lo riguardava, quanto negli antecedenti, i mezzi coi quali il fenomeno veniva cimentato erano i medesimi, vale a dire, un arco metallico, ed un' uncino nella spinale midolla della rana, fu tentato di dare la colpa delle mancate contrazioni all' adoperata rana. Che poscia, sostituite alla medesima altre rane, e vedendo, che queste pure non davano alcun moto, alcuna contrazione, conobbe che la cosa non dipendeva dall' animale. Che quindi allora si mise a investigare, se mai per avventura l' apparato di cui si serviva nelle presenti esperienze avesse qualche particolarità, che lo differenziasse da quello adoperato nelle precedenti. = *Vidi tandem*, Egli aggiunge, *omnem in apparatu discriminis rationem in uncinulo esse, quod ex ferro in superioribus*

allatis experimentis erat conflatum, in hisce ex cupro, arcus autem metallicus ex cupro erat ipse. Continuo itaque uncinulum mutavi, atque ferreum suffeci; en statim in iisdem ipsis varios motus, contractionesque, ut in caeteris experimentis. In eam propterea suspicionem veni, alterius metalli uncinulum, alterius arcum conductorem esse oportere, aut metallorum sane diversitatem inter uncinulum, et arcum fore ad obtinendos eos motus maxime accomodatam. Quamobrem alijs periculis institutis, atque modo ex dissimilibus, ijsque varijs metallis, modo ijsdem uncinulum et arcum confectis, rem ita se habere quod sane suspicati fuimus aperte dignovimus=.

Si è già notato, che i due fascicoli B, C, e il foglietto G di questo piego V.° portano, quale frontispizio, l' iscrizione = *Esperimenti circa l' elettricità* DE' METALLI =. Invece il libretto H, del quale seguitiamo a parlare, ha esternamente l' iscrizione = *De animali electricitate* =, la quale, come ognun vede, è tanto differente dall' altra, quanto la teoria del Galvani è differente da quella del Volta!!

Si è visto, che l' esposizione materiale delle cose non è la stessa in questo manoscritto H, e nella terza parte del Commentario, della quale il medesimo manoscritto può dirsi un bozzo; si è visto, che il manoscritto è forse in alcune parti più genuino, più onorevole pel Galvani, e più compito dello stampato. Ma v' ha di più! Il bozzo racchiude considerazioni di un alto interesse, tralasciate affatto nel Commentario. Così l' Autore, dopo di avere alla pag. 56 di quello allargato l' animo alla speranza di applicare le trattate cose all' arte salutare, nella consecutiva pagina 57 fa intendere: = *Spem* (hanc) *augebant, cum illa quae de magnetismo animali a nonnullis tamquam vera praedicabantur, quae certe si vera extitissent ad animalem electricitatem videbantur referenda, tum ea maxime, quae in ranis post administratum opium*

inferioribus annis observavimus Academiaeque nostrae retulimus; eas scilicet post administratum opium vel in earum ventriculum, aut vulnere facto in abdominis cavitatem intrusum in vehementiores cadere omnium musculorum contractiones, ac sterni universali tetano corripi, si corpore aliquo quocunque, quacumque in earum corporis superficiei parte, maxime vero si circa spinalem medullam tangerentur =. Si sappia dunque, che il Galvani ebbe certamente pel primo la felice idea di attribuire ad una elettricità animale tutto ciò, che del così detto magnetismo animale potesse in realtà sussistere. Sarebbe poi di somma importanza il ritrovato che si facesse della dissertazione sì bene indicata in questo passo, e della quale si ha soltanto qualche altro cenno in questi manoscritti (§. 15). Il professore Aldini ne fece memoria nella citata sua dissertazione — *De animalis electricae theoriae ortu etc.* (pag. XV) —, a questo modo: = *Galvanius quoque pluribus abhinc annis opii in animalem electricitatem influxum Dissertatione prosecutus est, quam in Instituti Scientiarum Academia recitavit. Ranae, quemadmodum ex ea colligitur, opio vel in stomacho, vel in cavo abdominis administrato,* VEL ETIAM INTRA CEREBRUM DEDUCTO, *post excitatum magnum torporem validis convulsionibus adigebantur, aut levi cui insidebant plani tremitu, aut cujuscumque corporis contactu. Haec phoenomena etiam (quod sane mirandum est) minime desiderabantur, capite abscisso ante opii administrationem* = (*j*). Ma passiamo agli altri manoscritti.

(*j*) Mr. Alibert nel suo Elogio Storico (V. pag. 122 della cit. Versione) parla di una dissertazione pronunciata dal Galvani nell' Accademia di Bologna = *sopra l' oppio, nella quale s' impegnava principalmente nel mettere d' accordo il Sistema del Medico Scozzese* (*Brown*) *col Galvanismo* =. Certamente una tale dissertazione non può essere confusa con quella ricordata dall' Aldini, e dal Galvani in questo suo manoscritto H del 1786, come un lavoro comunicato

Plic. VI.°

§. 12. Foglietto volante, che pare stato sopra-coperta di un quinternetto simile ai precedenti, ma che nei Manoscritti fu trovato senza le carte relative al soggetto del suo frontispizio, il quale è questo: = *Esperimenti circa l' azione dell' elettricità atmosferica procellosa negli animali freddi e caldi, dell' anno* 1787, *incominciati il dì* 25 *Aprile, dalle ore* 19 *alle* 20 =. Nella seconda facciata del foglietto sono notate tre esperienze, nessuna delle quali risguarda animali caldi.

Plic. VII.° Fasc. A,B.

§. 13. A, bozzo di una dissertazione latina — *Sopra gli effetti, o le modificazioni, che prova il sangue estratto dai vasi di varii animali mescolandolo intimamente con certi fluidi aeriformi, e sopra gli effetti provati dal sangue, e dalla bile di animali viventi, dopo di avere introdotti nel loro ventricolo gli stessi fluidi aeriformi* —. L' Autore ritrova, che, riguardo al sangue, gli uni effetti non sono dissimili dagli altri. I materiali di questa dissertazione sono presi, per una parte, dalle esperienze suindicate del piego III.° (§. 9) delle quali il Galvani erasi occupato fra il Dicembre del 1783 e l' Ottobre del 1785, e per un' altra parte dall' unito

all' Accademia molti anni prima, giacchè Mr. Alibert mette la suddetta dissertazione fra le cose di cui questi si occupò *negli ultimi tempi della sua vita*. Di questa stessa dissertazione menzionata da Mr. Alibert abbiamo raccolto un altro indizio, che può vedersi alla fine dell' Appendice al presente Rapporto. Dalla lista poi riportata sulla fine del superiore §. 4 risulta, che la prima dissertazione fu letta dal Galvani all' Accademia sul principio dell' anno 1774.

Fascicolo B composto di varii quadri sinottici relativi agli effetti esperimentati in alcuni animali dopo di avere introdotti ne' loro ventricoli gli accennati fluidi aeriformi. In uno di questi quadri riscontrasi la data 3 Febbraio 1787, e in un altro a data 5 Febbraio anno stesso.

Plic. VIII.°

§. 14. Copia di una dissertazione latina — *Intorno gli effetti di certi fluidi aeriformi sopra la bile estratta dagli animali, e mescolata intimamente coi medesimi* —. Questi effetti sono paragonati a quelli, che prova la stessa bile negli animali, ove in questi vengano introdotti pel ventricolo i medesimi fluidi aeriformi (ai quali ultimi effetti si estende, come s' è indicato, la precedente dissertazione A del Plic. VII.°). L' Autore prova, che gli uni effetti, tutto all' opposto di ciò che si verifica per il sangue, sono dissimili affatto dagli altri. Dalla prima pagina della presente dissertazione si scorge, che la medesima è stata scritta, e pare anche letta, l' anno susseguente a quello in cui venne compiuta, o letta la precedente dissertazione A del Plic. VII.°

Plic. IX.° Fasc. A, B, C, D, E.

§. 15. Fascio racchiudente i materiali già stesi in lingua latina del Commentario - *De viribus etc.* -, e contenente in oltre bozzi di dissertazioni sui diversi argomenti delle prime parti di questo Commentario, le quali dissertazioni sembrano essere state comunicate all' Instituto qualche anno prima della pubblicazione del medesimo Commentario.

Nel primo foglio del Fascicolo A vedesi la data 23 Febbraio 1787, e in un foglio consecutivo la data 15 Aprile anno stesso: vi si tratta particolarmente dei confronti tra

l'elettricità animale e il fluido elettrico, e altresì delle contrazioni muscolari eccitate per mezzo d'irritazione nervosa e di toccamento in un solo punto dell'animale; su questo proposito (pag. 9) si accenna — *la grande suscettibilità acquistata dalle rane per cadere in convulsioni tetaniche violenti, ove nelle medesime sia stato introdotto dell' oppio, e tali convulsioni vengono attribuite a sviluppamento di animale elettricità* — (rammenteremo, che di questo non si tocca nè punto nè poco nel Commentario del 1791). Nello stesso fascicolo A abbiamo compreso un foglio volante, nel quale sono segnate 20 proposizioni o tesi sull' elettricità animale: esso ha in fronte la data 3 Aprile senza anno.

Il Fascicolo B ha nel frontispizio l' intitolazione = *Electricitas naturalis* =, porta la data 16 Agosto 1787 e, come il fascicolo V.° H, che è del 30 Ottobre 1786, e che per noi è stato oggetto di tanta considerazione, comprende perfettamente l' assunto della terza parte del Commentario, quantunque con altra maniera di esposizione.

Il fascicolo C abbraccia in succinto gli assunti della prima e seconda parte del Commentario, non che quelle vedute della quarta parte di questo medesimo Commentario, che si riferiscono all' influsso dell' elettricità atmosferica sugli animali viventi, e sulle piante. Certamente una tale dissertazione fu comunicata all' Accademia. Imperocchè nella seconda pagina della coperta vi si legge questa specie di visto di pugno del celebre Canterzani =*Del signor D.r Luigi Galvani, a* 30 *Aprile* 1789 = (*k*). L' esordio della dissertazione è questo: = *Exploranti mihi vires electricitatis in animalium nervis, phoenomenon observandum se dedit, non vulgare*

(*k*) Nel Diario Bolognese per l' anno 1789 (V. p. 285) si trova che realmente il Galvani doveva recitare nell' Accademia la sua dissertazione l' ultimo Giovedì d' Aprile, giorno 30.

illud quidem, neque antea cognitum, QUOD SUPERIORIBUS ANNIS ANATOMICAM GERENS PROVINCIAM PALAM FECI, ET PRIVATIM SAEPE DOCTISSIMIS AMICIS, AC NOBILISSIMIS VIRIS OSTENDI. *Phoenomenon est hujusmodi etc.* =. Ora, non vi è luogo nello stesso Commentario, dal quale risulti con tanta chiarezza con quanta sarebbe risultato da questo esordio, se l' Autore lo avesse prodotto per istampa, che le sue prime esperienze elettro-fisiologiche, avessero già acquistata una vera pubblicità, almeno in Bologna, degli anni prima, che quel Commentario fosse uscito alla luce universale (*l*). Oltre di che chiunque riconoscerà, che nell' esordio stesso viene significato con ogni evidenza il vero oggetto degli esperimenti, ai quali doveva prender parte la rana che si scosse all' estrarre la scintilla ec. Se il Galvani non avesse Egli medesimo nel Commentario presentata la cosa sotto forma diversa (indotto a ciò,

(*l*) L' unico luogo del Commentario, che nel proposito si potrebbe citare, sarebbe questo : = ... *spirituum animalium.... eorum certe electricitatem ... Quam etsi ratione, et nonnullis tantum ducti observationibus in publicum nostrum Anatomicum Theatrum*, PRIMI FORTE ATTULIMUS, *celeberrimique viri quam plures jam pridem indicassent, etc.* = (V. p. 42. C. A; p. 48. C. M.) : ma questo passo non è evidentemente da mettersi a pari, per l' indicato oggetto, con quello del manoscritto.

Si badi però che dal dire il Galvani nel Commentario del 1791, che aveva già, nel *pubblico Teatro Anatomico*, proposta un' elettrità animale, puossi con ogni certezza arguire, che ciò non poteva essere accaduto meno di 5 anni prima dello stesso 1791 ; imperocchè è indubitato, che l' anno 1786 fu l' ultimo che Egli arringò di anatomia in quel Teatro (V. n. (7)). Siccome poi questa *Anatomia disputabile* tenevasi sempre di Carnovale, ed egli non fece la scoperta del vero Galvanismo che sui primi di Settembre del medesimo anno 1786 (V. §. 11), così si riconosce quanto sieno appropriate le parole = *et nonnullis tantum ducti observationibus* = del riportato passo, anche rispetto alle esperienze, che nell' ultima Anatomia potè mettere in campo sulla sua elettricità animale.

forse, per qualche rispetto oratorio), se si fosse attenuto al nudo esordio della presente dissertazione *da lui letta all' Accademia*, la fortuna, il caso non si sarebbero poi tanto e tanto invocati nel discorrere della sua scoperta! ciascuno, per riguardo almeno ai primi passi verso la medesima, avrebbe detto che il Galvani aveva ritrovato appuntino *ciò che andava esplorando*. Sembra per altro che non tutti abbiano ponderato, che nell' esordio della parte prima dello stesso Commentario viene espressamente avvertito, che in quelle tali esperienze primitive doveva entrare l' elettricità (probabilmente la si voleva amministrare *a bagno* ai diversi animali): = *Eorum vero alter*, QUI NOBIS ELECTRICITATEM TENTANTIBUS *praesto erat etc.* =. Del resto il modo in cui si trovava preparata la rana, che prima sotto gli occhi del Galvani si convelse all'estrazione della scintilla, conferma bene, che si trattava di esperimentare sui nervi degli animali! Non deve poi recar meraviglia, che questo manoscritto C, di una data tanto posteriore a quelle dei sopra menzionati, e a quella specialmente del preziosissimo fascicolo V.° H, si aggiri su la parte meno interessante delle relative scoperte del Galvani? che nel medesimo non si tocchi nè punto nè poco delle contrazioni per sola virtù di contatti metallici, mentre le stesse formano il precipuo argomento di tutti questi altri? Se il medesimo manoscritto fu letto all' Instituto nella fine di Aprile del 1789, gli altri lo saranno dunque stati ad un' epoca anche più prossima di questa al 1791, quantunque noi li veggiamo qui belli e compiuti 4 o 5 anni avanti!

D, E male copie, e copie migliori delle diverse parti del Commentario, tal quale si legge nell' ultimo Tomo degli antichi Atti della nostra Accademia. Il manoscritto è però mancante, ed occorre appena di avvertire, che non corrisponde sempre appuntino collo stampato. Può essere piuttosto non inutile di far conoscere la diversità del titolo di questo, e del

manoscritto: = *De viribus electricitatis in motu musculari, Commentarius* =, si sa essere il titolo dello stampato; quello del manoscritto è il seguente = *De fluidi electrici in nervis vi, Dissertatio* =.

Plic. X.°

§. 16. Alcune poche note delle esperienze fatte dal Galvani posteriormente al 1791. In un libretto, del quale cinque soltanto sono le carte scritte, si veggono esteriormente le date -- *Giugno* 22-26, 1792 --: nella seconda facciata poi si legge la data -- 16 *Luglio* --. In un altro libretto, nel quale non vi ha di scritto che poco più di una pagina, s' incontra la data -- 1793 --

Ci siamo poi maravigliati di non trovare nei MSS. lasciatici dall' Aldini, altro scritto del Galvani relativo alla Torpedine, fuori di quello, che si legge in una sola pagina di un libretto da Noi racchiuso nel presente piego X.° Lo scritto consiste nella pura indicazione di tre *Ricerche* esperimentali sulle torpedini, *da farsi*, come vi si legge, *dal Signor Dottor Battaglioni*; e simili ricerche sono già presso a poco comprese tra quelle, delle quali tratta principalmente la quinta delle Memorie dedicate dall' Autore al celebre Spallanzani, e stampate, come si disse, in Bologna del 1797. La nostra meraviglia su di ciò muove dal seguente passo dell' Opera dello stesso Aldini -- *Essai sur le Galvanisme* -- stampata a Parigi del 1804, e dedicata a Bonaparte. = *Quoique affaibli par l' âge et par une maladie qui lui devint fatale, il se transporta* (Galvani) *vers les bords de la mer Adriatique, où il fit sur la torpille plusieurs observations,* DONT QUELQUES-UNES FURENT *adressées publiquement en* 1797 *au célèbre naturaliste Spallanzani; d' autres sont consignées seulement dans ses manuscrits, que son neveu Camille Galvani a bien*

voulu me communiquer, avant mon départ d'Italie = (Op. cit. pag. 239. Ve. ancora fine dell' Appendice al presente Rapporto).

Plic. XI.° Fasc. A, B, C, D, E, F, G, H, K.

§. 17. Manoscritti dell' Opusculo che, senza nome di Autore, uscì in Bologna per le stampe a S. Tommaso d' Aquino, col titolo -- *Dell' uso e dell' attività dell' arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli* -- in 4.°, di 168 pagine, e dell' appendice della quale ben tosto un tale Opuscolo venne arricchito, col titolo -- *Supplemento al Trattato dell' uso e dell' attività dell' arco conduttore nelle contrazioni de' muscoli* -- dello stesso sesto, di 23 pagine, e del pari senza nome d' Autore: questo Supplemento trovasi ordinariamente unito in uno stesso volume coll' Opusculo, ma si ha anche separato.

Con ogni scrupolo abbiamo confrontato il manoscritto collo stampato, e siccome quello è incompleto (V. n. (*m*), §. 22), sonosi segnate sopra ciascuno de' fascicoli A, B, C, ec. le pagine dello stampato che vi corrispondono. I Fascicoli A, B, C, D, E, F, G comprendono quasi la metà dell' Opuscolo: mancano i materiali de' primi cinque capi, e del settimo e ottavo, che sono i più brevi: quelli degli altri capi si hanno in buona parte.

Il fascicolo G, che corrisponde a oltre la metà del 12.° ed ultimo capo, *è quasi tutto di pugno del Galvani.*

Gli altri fascicoli sono di un carattere nitidissimo, affatto diverso da quello del Galvani, e del nipote di lui Dottor Camillo, e da quello pure dell' Aldini, del quale abbiamo perfetta cognizione, e del quale non pure una sola linea s' incontra in tutti questi MSS., che ci volle lasciare per testamento. Sono però sparsi di varianti, e di postille *tutte di*

pugno dello stesso Galvani, le quali, lo possiamo assicurare, furono osservate quasi tutte nello stampato.

Il fascetto H racchiude due quinterni scritti da capo a fondo *di mano* del Galvani. Sono essi, eccetto poche varianti, il materiale del ricordato Supplemento, dal suo principio fino ai due terzi circa del medesimo. Per decidere che lo scrivente è il vero, ed unico Autore dell' Opuscolo, e del suo Supplemento, non basterebbe il leggere in capo al primo quinterno quello che segue? = *Non avendo io giammai tralasciato di travagliare sull' animale elettricità, e di tentare nuovi esperimenti dopo l' Opuscolo pubblicato, mi cadde in pensiero* ec. =. Con queste stesse parole incomincia il Supplemento edito.

Finalmente l' ultimo quinternetto K del fascio XI.°, di cui parliamo, altro non è che la copia d' una parte del primo dei due precedenti quinterni. Essendo questa dello stesso identico carattere dei suddetti fascicoli A,B,C,D,E,F, nessuno potrà dubitare che questi non sieno l' opera materiale di qualche amanuense, e che i manoscritti autografi corrispondenti non sieno stati o distrutti dallo stesso Galvani, o smarriti dopo di Lui (V. n. (*m*), §. 22) (5).

§. 18. L' Opuscolo al quale tutti questi manoscritti si riferiscono è, a nostro avviso, la produzione più interessante della prima epoca del Galvanismo, come è una delle più proprie, fra quelle uscite fin qui, a suggerire l' esistenza di un' elettricità animale, secondo i concepimenti del primo fondatore di questo ramo di Fisica. In esso comparvero primieramente le rimarchevolissime esperienze sulle contrazioni delle rane ottenute senza elettricità ordinaria, senza elettricità atmosferica, senza archi o armature di metallo, e anche senza sostanze stimolanti applicate ai nervi o ai muscoli, ma soltanto per puro toccamento indotto fra queste parti (V. pag. 84 dell' Opuscolo, e facciata 11 del fascicolo B; pag. 3 e seg. del Suppl., e facciata 1 e seg. del fascicolo H, o del fascic. K);

esperienze che, al loro tempo, non furono apprezzate quanto meritavano, quanto lo ponno essere adesso, che la teoria del Volta co' suoi immensi successi, e un eccedente riguardo per ogni illazione ch' ei particolarmente ne trasse, non inducono più a passare con leggerezza sulle medesime. E fu, a parer nostro, un trattar queste molto leggermente col limitarsi a dire, che esse, lungi dall' infirmare la teoria del Volta, servivano a generalizzarla, senza considerare, che fondando sul fatto per esse stabilito, *od anche su questa teoria così generalizzata*, facevasi *logicamente* luogo ad ammettere negli animali *un' elettricità propria*, conformemente al sistema del Galvani. Non è poi piccolo onore per Questo, che lo spirito umano, arrestato dopo sì fruttuoso e avventuroso cammino per una via tanto diversa da quella ch' Egli aveva preferita, nel rivolgere que' medesimi arcani, cui Egli stesso ardea di scoprire, sembri già ricouoscere un sicuro sentiero, e concepire speranze di buon esito in questa stessa via da prima trascurata! Ma checchè sia per avvenire di ciò, egli è indubitato, che nell' Opuscolo anonimo si fa prova di una delicatezza nell' esperimentare, di un acume e di una logica sì squisita nel ragionare, che ponno essere pregi soltanto di un intelletto superiore. Quando pure si conceda, che certe viste dell' Autore appartengano ad un ordine d' idee troppo conghietturali (ciò che Ei non nasconde giammai!), stando a quelle sole, che per acutezza e verità non patiscono eccezione, e agli esperimenti rilevanti in non picciol numero, o grandemente e utilmente variati, che questa sua Opera comprende, nulla si avrà a detrargli della lode, che per essa gli abbiamo consecrata. Que' fatti, per esempio, che si riferiscono al così nomatovi - *arco occulto* -, e all' - *arco naturale* -, quanto lume non prestano per isvolgere il vero dal falso nei risultati di certe esperienze moderne sulla rana, gli autori delle quali non avrebbero consultato indarno questo libro, se lo avessero consultato!

Una ragguardevole quistione fra due esperimentatori dei nostri dì egualmente stimabili, sarebbesi forse evitata, se uno di loro, con tutte le avvedutezze di questa parte dell' Opuscolo, si fosse messo all' erta sulle comunicazioni, che ponno stabilirsi fra le diverse parti dell' animale all' insaputa dell' esperimentatore? Noi crediamo che sì, e che sopra un argomento elettro-fisiologico importantissimo avremmo consentanee le esperienze autorevoli di due, invece che le abbiamo discordi.

§. 19. Che se alla qualità del lavoro, di cui volentieri abbiamo tenuto qualche ragionamento, aggiungi, che parecchi scrittori in passato, e alcuni trattatisti di Fisica de' giorni nostri, nel farne menzione, o lo fan d' altri che del Galvani, o lo citano anonimo come è, si converrà senza fallo che forti motivi c' imponevano di raccogliere, come abbiamo fatto, tutte le prove atte a rassicurare questa preziosa proprietà al Galvani. E in questa sua Patria, che va gloriosa di Lui come di onoranza ancor fresca, e che annovera soggetti, rammemoranti tuttora con dolore la immatura fatale perdita in Lui fatta del maestro, del parente, o del benevolo, ci fu facile di rintracciarne molte, ed autorevolissime. Parte di queste prove, ed altre ancora vengono da noi prodotte nella nota (6). Ma quella che abbiamo trattata qui, fondata sull' esame de' MSS., è la più forte e convincente di tutte. A chi poi potesse ciò nulla ostante rimanere il sospetto, che l' Autore dell' Opuscolo fosse il Cav. Giovanni Aldini (come taluno ci disse di avere in mente), a chi volesse insistere su di questo sospetto, facendosi forte sull' antorità dello Storico del Galvanismo (6), noi potremmo ancora rispondere, che quel chiarissimo nipote del celebre Galvani, nel destinare per la nostra Accademia il prezioso Legato dei manoscritti, de' quali fa parte quello del celebrato Opuscolo, vi appose in tre cartelli di suo pugno questi motti: = *MSS. Autografi del celebre Galvani* =, = *MSS. del celebre Galvani originali* =.

Plic. XII.°

§. 20. Piego racchiudente dieci eleganti Orazioni Latine recitate per Lauree conferite, nove delle quali sono tutte di mano del Galvani. Di quelle che hanno scritta una data, poichè tre non l'hanno, una è di Settembre del 1790, un'altra di Decembre del 1792, una terza di Aprile del 1795; tre poi sono del 1796, una di Giugno, un' altra di Luglio, e l' altra di Ottobre: la prima di queste tre porta in frontispizio l' iscrizione: = *Die* 20 *Junij - Pro Domino Caietano Busio - Eadem die* (nello stesso giorno in cui nell' Università si conferì questa Laurea) - *Redijt Bononia Respublica - Sub Gallorum auspicijs - Gallico exercitu intra Civitatem - Inopinato - Superiori die perverso - Idque volente* =. Finalmente l' ultima delle Orazioni che portano una data è delli 28 Giugno 1797.

Plic. XIII.°

§. 21. Riunimmo in quest' ultimo piego parecchi scritti su differenti soggetti.

Vi è un mezzo foglio, che accenna una osservazione anatomica su due occhi di gallina; l'osservazione cioè, *di un cavo sferico, quasi a modo di lente, collocato nella parte interna concava della cornea lucida* (sono parole del Galvani).

Vi è un foglietto su questo tema -- *De viribus, et causis* --.

È più notevole quest' altro *Libretto* che pure vi si trova, col frontispizio = *Lezione* 3.ª -- *Membrane dello stomaco, usi, vizj di esso stomaco* =, nel quale libretto sono scritte, a modo di ricordi, alquante linee in cinque diverse pagine. Ne faremo estratto, trascrivendone quasi *ad litteram* le pagine

2.ª, e 3.ª. -- Nello stomaco le sostanze animali, e vegetabili percorrono, in pochissimo tempo, tutti e tre i gradi di fermentazione ad esse proprii, vinosa, acida, putrida, ma senza compierne alcuno. Quindi le forze, sotto al dominio delle quali queste fermentazioni succedono, sono di due classi; le une le accelerano, o fanno sì che gli anzidetti tre gradi si percorrano in brevissimo tempo; le altre le moderano, fanno cioè, che niuno di questi si compia: le prime al calore, ai vapori, all' aria, al complesso delle cause vanno riferite; le seconde ai succhi singolarmente. = *Ma sì nell' una, che nell' altra classe di forze* (queste sono le parole stesse dello scritto) *una forza animale di vita, ossia il fluido nerveo-elettrico, bisogna riconoscere: senza di quello neppur s' incomincia nel conveniente tempo il primo grado di fermentazione, senza di quello i cibi si mutano in acide sostanze, o in putride, e si trovano nel cadavere in quel grado, in cui erano i cibi ec.* = (V. §. 22, n. (*m*)).

Merita pure considerazione un fascicolo di quest' ultimo piego nel quale sono notati i risultamenti di certe esperienze fatte = *coll' elettricità unita* (queste sono le parole stesse del suo frontispizio) *a varii fluidi e solidi animali* =. Nelle diverse pagine del medesimo si riscontrano delle date, tutte del mese di Settembre del 1785. Dietro simili esperienze (nelle quali pare, che le sostanze animali, da prima isolate, fossero messe per qualche tempo in comunicazione col conduttore di una macchina elettrica in azione), si renderebbe sensibile un influsso dell' elettricità ordinaria su la coagulazione, la putrefazione, l' odore, e qualche altra proprietà delle sostanze alle medesime esperienze sottoposte: tali sostanze poi furono *l' orina, la bile, il bianco e rosso d' ovo, il sangue arterioso e venoso, il brodo, la pinguedine, il cervello, il rene, i nervi, la carne*. Nello stesso fascicolo è pure descritta un' esperienza, nella quale la boccia di Leida veniva scaricata ora

attraverso dell' albume d' ovo, ora attraverso del torlo, racchiusi in due cannellini di vetro. Da ciò che vi si legge si dedurebbe, che *il torlo sarebbe miglior conduttore del bianco*. Secondo un' altra simile osservazione parimenti descrittavi, *il primo sarebbe un conduttore quasi egualmente buono dell' acqua*.

In un Libretto, fuori del quale è scritto -- *de igne* --, sono segnate alcune poche proposizioni sull' agente del fuoco.

In un grosso fascicolo scritto da capo a fondo, è esposto in latino un trattato del fuoco, nel quale è spesso citato il Boerhave (forse è un antico studio del Galvani).

In poco più di una facciata di un altro fascicoletto, fuori del quale si legge -- *Lux* --, sono notate alcune linee intorno all' influenza della luce sul fisico e sul morale degli Uomini.

Vi è ancora un foglio, nel quale il Galvani segnò *i risultati delle osservazioni dello Spallanzani sui moti del cuore, e del sangue*.

Finalmente abbiamo uniti a questo piego XIII.° due Quinternetti di Osservazioni Meteorologiche, congiunte a quelle delle malattie contemporaneamente dominanti. In tali quinternetti, stesi a modo di quadri sinottici, sono notati i mesi, i giorni (in uno solo de' medesimi è notato anche l' anno, che è il 1791), *i venti, le meteore acquee ed elettriche, l' aspetto del Cielo, le posizioni del Sole, le posizioni e fasi della Luna*, e poi *se il sangue si trovasse florido, denso, sciolto, cotennoso ec.*, e in fine *le malattie* che si diedero, come s' è detto, sotto quelle condizioni meteorologiche. Vi mancano da per tutto i risultati delle osservazioni *del barometro*, e del *termometro*, quantunque nella maggior parte de' quadri sieno segnate le colonnette destinate a questi due strumenti.

Benchè i due libretti insieme non racchiudano un numero di osservazioni abbastanza grande, per la natura del soggetto (nessuna delle due annate è compiuta, nè vi mancano

spazii vani, specialmente nei quadri di una), potrebbero nulladimeno meritare qualche considerazione dal medico pratico, se non altro per comporne, a un tanto esempio! de' somiglianti. E non sarà poi per chicchesia oggetto di maraviglia e di edificazione pur anche, che il Galvani, tutto intento come doveva essere, e come fu di fatto, a stabilire la sua precipua gloria, in questa epoca per Lui solo memorabilissima del 1791, e in mezzo alle gravi occupazioni delle sue dignità, sapesse assecondare la medica filantropìa al punto, da stendere tutto di suo pugno il più ricco de' due giornaletti, quello cioè del ricordato anno 1791? Nè il giornaletto manca di annotazioni tali, che onorerebbero chiunque, cui unica cura fosse l'esercizio dell' arte salutare. Ci basti trascrivere la seguente: = *Furono in questo mese* (così vi si chiude il giornale di Luglio 1791) *varii temporali, grandine, tuoni, pioggie, venti per lo più di levante e di montano: fu un caldo, al di là della metà, grandissimo, alternato con molestissimi freddi* --. *I mali regnanti furono doglie reumatiche articolari, colere, e certe febbri, che io chiamerò* EFIMERE-REUMATICHE-BILIOSE, *seguite dopo i freddi de' temporali. Queste ebbero sul principio sintomi gagliardi d' ordinario di sopore, delirio, vaneggiamenti, talchè facean temere gravi malattie; furono accompagnate da doglie universali. In termine di 48 ore al più cessavano, per mezzo di vomiti, e dejezioni biliose, o di colore tali, e di copiosi sudori* =.

§. 22. Pervenuti al termine del nostro Rapporto, non vogliamo nascondere quanto ci abbia sorpreso di non ritrovare fra Manoscritti del Galvani molte cose, che quasi con certezza vi si presumevano. E prescindendo ancora, che nei medesimi non si abbia orma delle due prime Memorie che fanno parte degli antichi Atti dell' Instituto, che non ve ne abbia affatto della Lettera al Carminati, e delle Memorie allo

Spallanzani (ultima produzione dell' Autore tanto prossima alla morte di Lui), chi di Voi non si maraviglierà che una traccia appena vi si trovi delle Lezioni sopra i varii rami della Medicina e della Chirurgia, dall' Autore stesso professati nella Università e nell' Instituto? Di somiglianti Lezioni vi si supponeva, con ragione, dovizia: di quelle poi d' Anatomia Patologica punto non si dubitava, poichè la fama delle medesime è in questa Bologna ancor viva. Nè abbiamo trascurato di ricercare dovunque questa parte di manoscritti che ne manca. Fin qui però colle nostre indagini giugnemmo solo a raccorre disgraziatamente indizii, che qualche carta del Galvani abbia incontrata una trista sorte (non insolita alle scritture degli uomini grandi!), quella cioè di essere stata passata ai bottegai, ad uso di avvolgere *quidquid chartis amicitur ineptis*. Vogliamo ancora sperare che simile sorte non sia toccata ai veri Manoscritti che cerchiamo! Trovammo sì presso un dotto di questa Città (l' illustre signor Segretario Tognetti) nn bel frammento di una delle Memorie allo Spallanzani; ma egli stesso ne assicurava della lunga pena che erasi data per rintracciare qualche scritto del Galvani, allorchè casualmente gli venne alle mani questo. Nel timore pur troppo fondato, che i manoscritti smarriti non siano più recuperabili (*m*), confortiamci di averne scoperto, fra i superstiti,

(*m*) I termini stessi di questa parte del Rapporto animarono l' intero Corpo Accademico a riprendere con tutto il calore l' utilissima ricerca di tali manoscritti, e ad approfittare tostamente della memoria che se ne risvegliò in alcuni de' suoi membri, e in altri Soggetti presenti alla lettura del Rapporto medesimo. Poco appresso ci venne dato di leggere l'esatta nota dei manoscritti lasciati dal Galvani, nell' Inventario legale di tutte le cose sue steso alla sua morte, e confrontandola colla nota de' MSS. nostri, poteronsi riconoscere ad uno ad uno tutti quelli che ci mancavano. Andiamo debitori di questo all' Illustrissimo Signor Pietro di Giacomo Galvani, il quale coll' amorevolezza

degli importanti che non vi si presumevano, e siamone pur riconoscenti di cuore a chi li conservò, e ce li volle donare.

Quando si pensi che in questi MSS. riscontransi ben tre o quattro capo-lavori che arricchiscono la serie de' lavori noti del Galvani; quando si consideri al non piccol numero degli altri lavori accademici, che noi primamente gli riconoscemmo, quantunque fatalmente non ne resti che il titolo, che fa però fede della loro importanza (§. 4, sulla fine); quando si abbia riguardo alle gravi, e numerose cariche da Lui sostenute

che gli è propria, e con ogni impegno volle soddisfare a tutte le inchieste che gli dirigemmo intorno al celebre suo Zio. Per queste traccie, per la buona disposizione di chi, da breve tempo, e senza averne certa scienza, teneva presso di se la maggior parte dei desiderati manoscritti (l'Eccellentissimo Signor Dottor Gaetano Mattioli, consorte di una figlia del Dottor Camillo Galvani su lodato), e in fine per l'interposizione di persone officiose, ebbimo ben presto il sommo contento di vedere sul Banco dell' Accademia il secondo vistoso Fascio de' MSS. del celebre Galvani. Noi ci siamo di già valuti delle pubbliche Lezioni d' Anatomia che ne fanno parte, per comporre la nota (8). Una Commissione dell' Accademia si sta occupando del partito che si possa trarre, per la presente Edizione delle Opere del Galvani (V. Conclusione del Rapporto, e nota (*n*)), della parte più considerevole degli stessi manoscritti, che riguarda l'Ostetricia, e l'Anatomia Patologica. Dobbiamo però prevenire, che invece delle vere Lezioni che si figuravano su queste Facoltà, trattasi di semplici traccie o schizzi, dello stesso tenore appuntino del *Libretto*, che si è fatto conoscere per sunto sul principio del § 21, e che per certo dovette appartenere a questa massa di schizzi: vedesi che il celebre Professore riponeva ogni confidenza quasi nel solo tesoro della sua memoria! Non è poi da tacersi che riconoscemmo nel nuovo fascio di manoscritti, presso che tutta la parte che a noi mancava del manoscritto dell' Opuscolo — *Sull' Arco conduttore ec.* — (V. § 17).

Vogliamo sperare, e ne abbiamo ben d'onde, che l'Illustre possessore de' nuovi manoscritti restituiti alla luce, darà compimento al lodevole suo atto, al quale andiamo già debitori di poterli osservare

per 35 anni continui, e al tempo donato al pratico esercizio di ogni ramo dell' arte salutare; e che oltre tutto ciò si rifletta, che quest' Uomo fu rapito ad un' età (di 61 anno appena!), nella quale per ordinario ai pari suoi è concesso di darsi a raccorre il seminato, e di erigere i monumenti più finiti alla gloria cui ponno aspirare, si avrà allora dell' estensione, e operosità del genio di Luigi Galvani quella giusta idea, che fin qui non fu, e non poteva forse essere rilevata (7).

CONCLUSIONE.

Ciascuno di noi dopo l' esame fatto de' MSS. del Galvani fu convinto del bel partito, che trar se ne poteva in una pubblicazione che si facesse di tutte le Opere di Lui. Benchè non abbiamo potuto o saputo trasfondere nel precedente Rapporto tutti gli argomenti che ci penetrarono di ciò, confidiamo nulla ostante, che il medesimo appo voi debba bastare a questo stesso intendimento. Con tutto l' animo dunque, Colleghi indulgentissimi, passiamo ad una proposta, che è

in tutta comodità, col fare generoso regalo dei medesimi all' Accademia, regalo cui ella pregerà infinitamente, e che tornerà pure in pienezza di lode a lui stesso. E in fatti, quale più bello e convenevole posto pe' nuovi manoscritti, di quello a canto degli altri dati in dono dall' Aldini? Non formavano già con questi un corpo solo, che il Galvani stesso, per sua ultima volontà, disponeva dover restare integro e in una sola mano? (*); e l' Accademia non si è resa degna di possederlo essa, col tributo che ora consacra alla gloria dell' Autore?

(*) *V. tra i Rogiti del notaro Angelo Michele Baccialli il testamento di esso Galvani fatto il* 30 *Aprile* 1795, *consegnato, sotto forma segreta, allo stesso notaro il* 5 *Maggio* 1797, *ed aperto* a dì 4 Decembre 1798, V. S., 14 Frimale Anno VII.

la conclusione, e, per noi, la parte più importante del Rapporto.....

La proposta, che, a spese dell' Accademia, si faccia una bella, e completa Edizione delle Opere stampate del Galvani, apponendovi a debiti luoghi note, e appendici tratte dai Manoscritti di Lui, in guisa che tutta la parte di questi, che presenti un qualche interesse, o per la storia degli studii del grand' Uomo, o per la scienza, venga ad arricchire questa Edizione, ed abbia finalmente la dovuta pubblicità. Il ritratto dell' Autore, ma specialmente un Elogio tessutogli da penna concittadina, posti innanzi alla stessa Edizione, ne sarebbero ornamento tanto desiderabile, quanto pregiato.

Nel pensiero di simile proposta concorse ciascuno di noi non solo, ma il degnissimo Presidente pur anche di questa Accademia. Non sì tosto, nell' adempiere l' affidatoci incarico di esaminare i MSS. del Galvani, ci venne alla mente un progetto di ristampa di tutte le produzioni del medesimo, che a quello il volemmo comunicare, ed Ei pronunciò: — *Sta all' Accademia d' intraprendere a sue spese una tale ristampa, e di dare piena esecuzione al progetto; l' Accademia renderà con trasporto questo tributo di onore, e di dovere all' Autore de' Manoscritti, e a quello cui va obbligata di possederli* —.

Il partito è per verità il più degno del Galvani, e del corpo Accademico: punto non dubitiamo che non venga accolto, e sancito dalla concordia de' vostri voti (*n*).

(*n*) Di fatti tutta l' Accademia coprì con un solo applauso il suono di queste parole, e risolvette all' unanimità di prendere sopra se il propostole impegno. Che diremo poi dell' interessamento addimostrato per la stessa cosa dalle loro Eminenze Reverendissime il signore Cardinale Macchi, Legato di questa Provincia, il signor Cardinale Arcivescovo Oppizzoni, Arcicancelliere della P. Università e

POST SCRIPTUM.

Era già compiuto il presente lavoro, quando imparammo con vera allegrezza, che l' esimio nostro signor Professore Giuseppe Venturoli è autore di un Elogio del celebre Galvani! Lo pronunciò nella solennissima occasione della straordinaria pubblica Seduta dell' Istituto di Bologna tenuta il 24 Maggio 1802, in qualità di Segretario del medesimo

Protettore della nostra Accademia, e da sua Eccellenza il signor Conte Guidotti, Senatore di questa Città, i quali, in unione al Presidente e al Segretario dell'Accademia, compongono la Congregazione economica della medesima? Nei termini generosi ed elevati co' quali degnaronsi di accompagnare la loro necessaria sanzione della risoluzione in discorso, e nella raccomandazione che vollero aggiugnere, che questa venisse effettuata colla maggiore possibile sollecitudine, più presto mostraronsi promotori, di quello che approvatori della risoluzione istessa. Non dobbiamo tacere, che eguali sensi vennero pure esternati dal N. U. signor Conte L. Marsili, amministratore grazioso dell' Accademia, e Membro d' onore della medesima.

L' Accademia avendo determinato, che il Rapporto sui MSS. del Galvani, da lei ascoltato con interesse, facesse parte della nuova Edizione delle Opere di questo, col venir posto innanzi alle medesime, noi stimammo più conveniente d' impinguare quel nostro lavoro con nuovi spogli de' MSS., di quello che di ricavare da questi, come primieramente ci eravamo proposti, delle note o appendici per le Opere da ristamparsi. Così il lavoro stesso è maggiormente divenuto del Galvani, e sarà perciò più accetto: contenti noi di quella lode qualunque che potremmo esserci procacciata per averlo composto. Sulla fine però dell' Edizione in discorso, si farà luogo a que' manoscritti, che meritando di essere prodotti distintamente, non avrebbero avuto un posto conveniente nel Rapporto, già condotto d' altronde ad una lunghezza forse al di là del dovere. L' Accademia stabilì pure che si ponessero innanzi all' Edizione il Ritratto dell' Autore, e il bello Elogio tessutogli, già tempo, da chiarissima penna concittadina, del quale Elogio parlasi nel seguente *post-scriptum.*

Istituto, e dell' Accademia, carica alla quale poco prima era stato chiamato dai voti liberi de' suoi colleghi (*). Nè a noi è rimasto ignoto quanto per sì fatto lavoro Ei salisse in estimazione presso un erudito Ispettore di pubblica Istruzione (il chiarissimo signor Cavaliere Luigi Cerretti), il quale pareva quasi avesse fermata massima, che a Lui, profondo matematico, quell' uffizio di Segretario convenir non potesse. Il facondo Elogio del quale si ragiona riscosse i meritati applausi dal fior di sapienti che la cospicua Raunanza componevano; nè furono ultimi quelli dell' Ispettore *Letterato* che la presiedeva. Questi volle subito, anche con onorevolissima lettera, confermare nell' accennata carica di Segretario il non meno eloquente, che matematico autore dell' Elogio.

(*) Questo degnissimo successore de' Zanotti, e Canterzani, che nelle Opere ne mostra la profondità e il bello stile, aveva già per sei anni continui, incominciando dal 1792, disimpegnato l' onorevole posto di Sostituto al Segretario dell' Istituto e dell' Accademia Sebastiano Canterzani. Essendo questi il dì 4 Agosto 1797 passato dalla carica di Segretario, alla carica di Presidente dell' Istituto, la prima restò vacante, e quattro giorni appresso venne conferita al chiarissimo Dottor Luigi Caccianemici Palcani, che la tenne senza Sostituto. Intanto nell' Ottobre del medesimo anno 1797 il nostro Venturoli veniva promosso a far parte dei Membri pensionati dell' Accademia, alla quale già apparteneva, fino dalli 12 Luglio 1790, nella classe de' Membri d' onore: in quel torno istesso egli, che due anni prima aveva ottenuta una Lettura onoraria nell' Università, veniva, nell' Istituto, creato Sostituto al professore di Storia Naturale, e uno degli Aggiunti alla Biblioteca. In fine, per la morte del Palcani seguita in Milano il 22 Febbraio 1802, la *Municipalità*, secondando i voti dell' Accademia, si affrettava di restituirlo come Segretario su quella sedia, che Egli aveva sì degnamente coperta come Sostituto.

Abbiamo voluto cogliere la presente occasione per segnare i primi distinti passi meno noti dell' onorandissimo Collega nella sua luminosa carriera: i consecutivi non potranno sfuggire ad alcuno.

Tale circostanza singolare somministrò a noi un motivo di più per farci interpreti presso il chiarissimo Venturoli del vivo desiderio dell' Accademia, di poter disporre di questo prezioso omaggio renduto per tempo al celebre concittadino; ed Egli, nella sua gentilezza, volle esprimerci, che ove venisse fatto di rinvenire questo suo antico scritto avrebbe di buon grado lasciato all' Accademia il disporne per la Edizione dell' Opere del Galvani.

Ora siamo lieti di rassicurare il Corpo Accademico dell' inaspettato acquisto.

APPENDICE
AL RAPPORTO

Le Memorie del celebre Galvani che si conservano nell' Archivio della nostra Accademia, e delle quali si vuol fare ragione in questa appendice al nostro Rapporto, sono quattro, stese tutte in lingua latina. Una è di argomento Anatomico, e su questa riporteremo in fine dell' appendice il giudizio del chiarissimo nostro Presidente, che ha voluto incaricarsi di esaminarla. Le altre tre si riferiscono al Galvanismo, e su queste crediamo che possa bastare il conto che ne rendiamo qui appresso, poichè ci siamo assicurati, che le medesime furono rifuse quasi per intero nell' Opuscolo -- *dell' Arco conduttore* -- , e nelle -- *Memorie allo Spallanzani* --. Ciascuna delle quattro Memorie porta il visto, e la data della lettura di mano del celebre Canterzani, Segretario dell' Accademia. La più antica delle tre anzidette è del 1°. Marzo 1792, la seconda del 18 Aprile 1793, l' ultima del 26 Marzo 1795.

Anno 1792. Le esperienze comprese nella prima di queste, furono eseguite sopra polli, e pecore, ed anche sopra un vitello. Distinguesi in essa il seguente fatto. Toccando con un arco, in parte formato di carbone, i due piani metallici in uno de' quali posino i nervi, e nell' altro i muscoli di un animale, le contrazioni accadono assai più forti se nell' atto del toccamento il carbone sia acceso, di quello che accadano se il medesimo carbone, e l' arco intero trovinsi all' ambiente temperatura: lo stesso si osserva se l' arco sia semplice, o formato di un solo metallo, il quale or si lasci alla temperatura

ordinaria, or si riscaldi fino all' incandescenza. L' Autore vuol dare questo fatto per una riprova della natura elettrica dell'agente nerveo delle contrazioni — *poichè*, Egli dice, *è noto che l' elettricità è condotta più facilmente da un corpo portato all' incandescenza, che non dal medesimo lasciato alla comune temperatura* —.

Un altro fatto vi abbiamo particolarmente notato, ed è questo. Legando strettamente con un nodo formato di sottil filo un nervo crurale, tanto in animali freddi, quanto in animali caldi, e toccando coll' arco conduttore o il solo nervo, o il nervo insieme ed il muscolo, fu osservato che le contrazioni accadevano violenti, e quali sarebbersi ottenute col nervo interamente libero, ogni qual volta l' anzidetto arco si trovava *al di sotto* della legatura, e che al contrario le medesime mancavano, od erano languide, quando lo stesso arco si trovava *al disopra* della legatura, o quando *colle sue estremità ne comprendeva il nodo*.

Tra le ragioni onde l' Autore vi giustifica la cura sempre avuta, nelle proprie esperienze, di mettere possibilmente allo scoperto i nervi, si distingue questa: — che le parti molli ed umide, tanto solide quanto fluide, che li inviluppano, possono pigliare il fluido nerveo-elettrico, condurlo e trasferirlo per tutt' altra via che per quella de' nervi, e con ciò impedire le contrazioni —.

Credesi poscia autorizzato a proporre l' opinione: — che dal cervello si elabori un principio acqueo tenuissimo, o, secondo il linguaggio de' fisiologi, una linfa sottilissima, la quale scorra pei nervi, *non già* (sono parole sue proprie), *come credetti altra volta, perchè congiunta col fluido elettrico acquisti natura di fluido nerveo,* ma piuttosto perchè presenti un facilissimo veicolo allo stesso fluido elettrico, onde questo possa liberamente, e velocissimamente scorrere pei nervi — (8).

Finalmente l' Autore tiene ferma qui la sua ipotesi (V. § 2.

sulla fine), che i nervi abbian pareti *di natura coibente*, e spiega i noti effetti fisiologici delle legature dei nervi, primieramente riferendo tali effetti alla suindicata influenza esercitata dalle stesse legature sul fenomeno delle contrazioni galvaniche, e secondariamente riflettendo, che giusta l' anzidetta ipotesi, l' elettricità animale non potrà che stentatamente, ed in poca copia trapelare pel luogo della legatura, nella stessa guisa che l' ordinaria elettricità passerebbe difficilmente fra due lastre di vetro perfettamente giusta-poste, e l' una all' altra strette per le superficie, quand' anche fra di queste rimanesse una qualche umidità.

Anno 1793. Nella seconda Memoria sono indicati molti esperimenti eseguiti coll' elettrizzare in tutti i modi possibili, mediante la macchina ordinaria, la rana e l' arco, tra i quali modi distingueremo quello in cui l' animale veniva elettrizzato in un senso, e il metallo in senso opposto, prima di portare questo a contatto dell' altro. L' Autore ne deduce, che l' elettricità estrinseca non ha potere di modificare sensibilmente il fenomeno di quelle contrazioni muscolari, che si hanno nel toccare alla sua maniera l' animale con metalli, vale a dire, che sì fatte contrazioni non sono da tale elettricità nè aumentate, nè diminuite, e che pure non ne sono suscitate allorchè le medesime mancano naturalmente. Giudica quindi, che simili contrazioni non possano provenire dall' elettricità comune, equabilmente diffusa e accumulata, ma che sieno dovute ad un' elettricità composta e particolare, raccolta e distribuita in certa propria maniera. Opina da ultimo, che sia più consentaneo all' intelligenza e solerzia della natura, che questa speciale elettricità, la quale deve pure spettare o agli animali, o ai metalli, o all' umidità, sia riposta negli animali, che si compongono di particolari macchinamenti assembrati con ammirabile ragione e ordine, di quello che nei metalli, o nell' umidità.

Anno 1795. Dalla terza memoria, che è la più estesa, sceglieremo i pochi fatti seguenti, giacchè essa si ha trasfusa più completamente ancora delle altre due *nelle Memorie allo Spallanzani*.

« Spesso ne' primi toccamenti dell' arco nascono le contra-
« zioni, nei susseguenti mancano, e in altri ricompariscono,
« *specialmente se tra questi, e i precedenti sia passato uno*
« *spazio di tempo non breve* ».

« Quando le armature (applicate a due parti dell' animale)
« sono omogenee, *poco o nulla monta, che l' arco, con cui*
« *esse si fanno comunicare tra di loro, sia omogeneo o ete-*
« *rogeneo;* si videro egualmente nell' uno e nell' altro ca-
« so mancare per solito le contrazioni ».

« Se al nervo di un arto d' un animale preparato, dice
« l' Autore, alla nostra maniera, applichi un' armatura di sta-
« gno o di zinco, e al nervo dell' altro arto applichi un'ar-
« matura d' oro o d' argento, nel toccare le due armature
« coll' arco *osserverai contrazioni molto più forti, e durevoli*
« *nell' arto il di cui nervo è armato di stagno o di zin-*
« *co, di quello che nell' arto il di cui nervo è armato d' o-*
« *ro o d' argento* ».

« Quando lo zinco o lo stagno sono applicati al nervo,
« l' argento o l' oro al muscolo, *le contrazioni sono maggio-*
« *ri di gran lunga di quelle che si osservano,* allorchè l' ar-
« gento o l' oro sono applicati al nervo, e lo zinco o lo sta-
« gno al muscolo ».

« L' elettricità animale, aggiugne l' Autore dopo l' esposizione
« di qnesti due fatti, si avvalora dunque, o rintuzza non
« in ragione soltanto della dissimiglianza dei metalli impiega-
« ti, ma in ragione pur anche della diversità delle parti nel-
« le quali i medesimi agiscono in qualità di armature ».

Non senza ammirazione i fisici sentiranno, che simili fatti, sui quali pochi anni fa venne richiamata tutta la loro attenzione

e il loro studio da un celebre fisico italiano, si avessero per istabiliti dal Galvani fino dal 1795 al punto, che Ei non esitasse di comprenderli tra que' principii d' esperienza, cui credeva convenire il titolo di — *Leggi dell' Elettricità animale* —.

In questa stessa memoria del 1795, l' Autore ha motivo di ricordare le esperienze e le ragioni colle quali si dimostra, che, *senza intervento di metalli, ma soltanto con sostanze animali formanti arco*, si ottengono molto bene le contrazioni. — *Quantunque simili esperienze e ragioni*, Ei vi dice, *sembrino ribattere del tutto l' ipotesi del Volta, pure non si può negare, che gli argomenti di questo chiarissimo Uomo* NON ABBIANO UN GRAN PESO CONTRO DI NOI (*haud parum contra nos facere*) —.

Della Dissertazione sugli effetti galvanici dell' oppio amministrato alle rane, e fors' anche ad altri animali, la quale fu da noi ricordata, dietro Mr. Alibert, nella nota (*j*) del precedente Rapporto, non abbiamo potuto scoprire, malgrado ogni nostra ricerca, se non che il seguente indizio, il quale però basta a comprovare, che realmente il Galvani nell' ultimo anno della vita sua recitò all' Accademia una dissertazione su quell' importante soggetto.

Nell' Archivio della Computisteria di questa P. Università conservasi una filza di — *Note delle spese occorse agli Accademici per le esperienze trattate nelle loro dissertazioni, e ad essi rimborsate da un Roberti, amministratore dell' eredità Panolini* —. Il signor Serafino Mazzetti, computista della medesima Università, che si è compiaciuto di metterci sott' occhio tali Note, ci ha anche favorito copia di tutte quelle che appartengono al Galvani, e che *sono sottoscritte di proprio pugno di Lui*. Ora nella nota segnata col N. 188 si legge: = *Spese fatte da me infrascritto per la Dissertazione recitata l' anno* 1798. *Per varj liquori acidi, ed*

alcalini - Lir. 1: 10*: -* PER OPPIO *- Lir.* 1: 12*: - Per varj animali - Lir.* 6. *- In fede dico - Lir.* 9: 2. *- Dottor* LUIGI GALVANI =. Una persona poi degna di tutta la fede, poichè assistè il Galvani nelle ultime sue esperienze, ci ha raccontato, senza che noi le facessimo motto di questa nostra ricerca, che ella fu impegnata per varie settimane *- a far inghiottire, in ogni mattina, oppio in bocconcini, e mercurio, mediante un imbutino di carta, ai ranocchi sui quali il Galvani esperimentava la sera -* (*).

È pur rimarchevole la nota della nominata filza, contrassegnata col N. 135. Vi si legge: = *Spese occorse essendo in Rimini, per fare varj esperimenti sopra la Torpedine viva, esposti nella Dissertazione del corrente anno* 1796.

— *Per pescagione, trasporto dei suddetti pesci, ed altro — Lir,* 15. *Dottore* LUIGI GALVANI =.

È da questa nota, che siamo venuti in cognizione, che il

(*) Questa persona è la stimatissima signora Camilla Dal Pane figlia di Giacomo Galvani, col quale il celebre Galvani nostro, fratello di lui, coabitò, nella casa di comune proprietà situata in *Via Maggia N.* 1410, e *Borgo delle Casse N.* 1347, 1348, gli ultimi due anni della sua vita. Ci compiaciamo poi di lodare assaissimo il figlio di lei signor Giovanni Dal Pane, Direttore della Cancelleria di questa P. Università, poichè fu largo con noi di sue premure, e per la presente ricerca, e per varie altre risguardanti del pari il suo famoso congiunto. Vogliamo anche cogliere la presente occasione per rendere le più sincere grazie ai benemeriti signori Filippo Alfonso Fontana, e Angelo Minarelli, l' uno Archivista generale di questa eccelsa Legazione, l' altro Capo-contabile della medesima, e Archivista per la Sezione sua. Essi di fatto col massimo zelo, e non ostante le perpetue loro occupazioni, sonosi prestati a somministrarci tutte le notizie sull' oggetto delle nostre ricerche, che potevano ricavarsi dai loro Archivii, ne' quali il primo de' medesimi ebbe cura, già tempo, di raccorre e ordinare tutte le scritture e carte sullo Studio di Bologna, che potè da più parti rinvenire, e che appartennero all' antico Senato patrio (V. n. (*b*) del §. 4).

celebre Uomo aveva compiutamente preparato e letto all' Accademia il suo lavoro sulla Torpedine, *per lo meno un anno prima che lo pubblicasse* nella quinta delle Memorie allo Spallanzani (V. §. 16).

GIUDIZIO DEL SIGNOR CAV. PROFESS. ANTONIO ALESSANDRINI SULLA SUDDETTA MEMORIA DEL GALVANI DI ARGOMENTO ANATOMICO.

La Memoria del Galvani di argomento anatomico, della quale si parla sul principio dell' Appendice, fu recitata all' Accademia il 19 Febbraio 1767 (*). Tratta in essa della struttura della membrana pituitaria esaminata tanto nell' uomo quanto in parecchie specie di bruti, cioè nel bue, nel cane, nel lepre ed in alcuni uccelli dell' Ordine dei Rapaci. Oltrechè è molto esatta e diligente la descrizione dell' intima tessitura della mucosa nasale, nella quale dimostra l' esistenza dei folicoli mucipari anche nella parte di essa la più fina e delicata, come lo è quella che nell' uomo riveste il seno mascellare; tratta ancora estesamente di un nuovo genere di piccoli tubercoli, trovati singolarmente nella regione inferiore del sepimento delle narici, e nella parte anteriore dei turbinati inferiori, nei quali tubercoli trova una forma e struttura del tutto diversa da quella, che pure il dottissimo Autore esattamente conosceva, dei folicoli mucosi. Parmi perciò che anche per questo solo titolo la Dissertazione meriti di essere pubblicata, onde richiamare così l' attenzione degli Anatomici e

(*) È questa la seconda dissertazione che il Galvani lesse all' Accademia dopo che vi fu aggregato nella classe dei Membri pensionati (V. n. (7)).

dei Fisiologi sopra un fatto che, per quanto è a mia cognizione, non è stato in seguito notato da verun altro Scrittore di Anatomia Umana o Comparata.

La Tavola che va unita a questa Memoria rappresenta in due figure molto ben fatte i corpicciuoli di sopra indicati, tanto sul turbinato inferiore, quanto sul sepimento nasale della specie umana.

NOTE
AL RAPPORTO

(1) Pag. 5. Notizie bibliografiche sulle Opere del Galvani. = Le due dissertazioni — *De renibus atque ureteribus Volatilium* —, e — *De Volatilium aure* — non si conoscono che negli antichi Atti dell' Instituto. = Del Commentario — *De viribus electricitatis* ec. —, inserito nell' ultimo Tomo degli antichi Atti, furono tirate alcune copie a parte, ma è ora difficilissimo ritrovarne. Anche gli esemplari della ristampa di Modena dello stesso Commentario sono ora assai rari. Il Commentario medesimo trovasi inserito per estratto, o quasi per intero in molti Giornali italiani e stranieri, particolarmente alemanni e francesi. Crediamo che la prima relazione, che ne uscì per la via de' Giornali, fosse quella che leggesi in una lettera anonima al conte Prospero Balbo intitolata — *Ragguaglio delle esperienze del signor Professore Luigi Galvani* —, e stampata da prima nella *Biblioteca di Torino* (Vol. I.° pag. 261, Fascicolo di Marzo 1792), poscia nel *Giornale Fisico-Medico di L. Brugnatelli di Pavia* (Quaderni di Aprile, e di Maggio 1792, pag. 94 e seg. del Tom. 2.°), e finalmente, per estratto, nel Giornale di *Mr. Rozier* intitolato – *Observations sur la Physique* ec. – (Tom. 41, pag. 57, Luglio 1792). È notevole l' ampio *Transunto* del medesimo, con annotazioni assai pregevoli, che si vede nel Tomo XV.° Anno 1792 del Giornale di Milano intitolato — *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti* —, pag. 113, e che s' incontra anche stampato separatamente senza indicazione del Giornale da cui fu tratto. *Mr. P. Sue aîné* nella sua Storia del Galvanismo cita ancora, dietro un' asserzione del *Reinhold* nel suo primo *Specimen de Galvanismo*, una traduzione italiana del Commentario, la quale dovrebbesi a un Meyer, conterrebbe alcuni trattati sullo stesso soggetto, e delle osservazioni del Moscati e di suo fratello Vesci (*son frère Vesci*) aggiunte alla prefazione (V. Hist. du Galvanis. et Analys. ec. Part. I, pag. 27, in not.).

Ma se questa traduzione non è mai il predetto *Transunto*, assai male indicato, crediamo di poter assicurare che essa non sia esistita giammai, anche dietro l'esito delle ricerche che il chiarissimo signor Professore Belli, a nostra preghiera, si compiacque di farne a Milano: ci ha egli dato avviso di non averla ritrovata, nè pure nella biblioteca che il Moscati lasciò a quell'Istituto. Si noti che nel suddetto Transunto, e precisamente nell'ultima pagina del medesimo, si fa menzione di esperienze del *Moscati*, e del *Valli*. Voigt aggiunse alcune osservazioni ad una *traduzione alemanna* dello stesso Commentario del Galvani (V. *P. Sue* id. id.). = *La lettera del Galvani al Professore Don Bassano Carminati* venne inserita ancora nel nominato Giornale del Brugnatelli (V. Quaderno di Maggio 1792, pag. 131, T. 2.°), e susseguentemente comparve pure in un volumetto che porta per titolo — *Memorie sull' elettricità animale, inserite nel Giornale Fisico-Medico del signor Brugnatelli, Pavia* 1792 — (V. pag. 19 del volumetto): in questa raccolta sono comprese le prime produzioni del Volta sul Galvanismo, e la Lettera del Carminati al Galvani, la quale diede luogo a quella Lettera di risposta del Galvani stesso. = Dell' Opuscolo intitolato — *Dell' uso, e della attività dell' arco conduttore* ec., e suo *Supplemento* —, non si ha che la suindicata edizione di Bologna, la quale è assai corretta, e abbastanza bella. = Ma l' edizione pel Sassi dell' ultima e certo pregevolissima produzione del Galvani, delle — *Memorie allo Spallanzani* —, è improba sotto tutti i rispetti: nelle sue 86 pagine contiene 132 errori, già segnati in un foglio d'*Errata-Corrige*, che porta in fronte — *Principali Errori di stampa* —, e si può giurare che ve ne saranno altrettanti abbandonati all'umanità dei lettori. Del resto gli esemplari di queste ultime opere del Galvani, e specialmente dell'Opuscolo — *Dell' Arco conduttore* ec. —, sono assai rari; presso i nostri Librai non si trovano punto. Dietro le fatte ricerche crediamo di poter assicurare che le medesime non siano state mai riprodotte, nè pure per estratto. Delle Memorie allo Spallanzani si ha una semplice indicazione nel suddetto Giornale — *Opuscoli scelti ec.* —, alle pag. 5, e 14 dell' Art. — *Libri nuovi* —, sulla fine del Vol. 20, 1798. Il Giornale di Chimica del Brugnatelli non ne tocca punto, quantunque nel Tomo dell'anno 1798 del medesimo Giornale sia inserita quella stessa Lettera del Professore Aldini a Mr. Lacépède, la quale, nella nominata edizione pel Sassi delle Memorie in discorso, si vede stampata di seguito a queste medesime Memorie. Il nominato Opuscolo

poi trovasi citato per la prima volta dal Professore Aldini nella sua — *Memoria intorno all' elettricità animale* — diretta da Bologna all'Abate Amoretti il 10 Giugno 1794, e pubblicata nel Tom. 17.° Anno 1794 dello stesso Giornale — *Opuscoli scelti* ec. — (pag. 231). Di fatto nella pagina seconda della medesima memoria incontrasi il seguente passo: = *non era così lusingato dall' amor delle cose mie, che non conoscessi dover esse il loro compimento alle esperienze esposte in un nuovo* ANONIMO TRATTATO (a piè di pagina è trascritto il titolo del nominato Opuscolo), *in cui il dottissimo Autore svolge con singolare industria, e profonda dottrina i più difficili punti della teoria elettrica animale. Fra le molte piacquemi scegliere dallo stesso trattato le due seguenti esperienze* (quelle delle contrazioni che si ottengono, senza impiegare metalli, *pel solo contatto immediato delle diverse parti animali*) =. Nell' interesse della quistione, che verrà da noi risoluta ne' paragrafi 17, 18, 19, e nella nota (6), chi sia, cioè, del Galvani, o dell' Aldini il vero Autore dell' Opuscolo in discorso, facciamo osservare, che il Galvani, nelle tante occasioni che ha di citare l' Opuscolo stesso nelle sue Memorie allo Spallanzani, non mai tributa all' Autore del medesimo lodi così distinte, come queste, che gli vengono attribuite dall' Aldini nel riportato passo della Memoria all' Ab. Amoretti. Lo stesso Opuscolo trovasi citato per la seconda fiata dal cel. Volta nella sua — *Nuova Memoria sull' Elettricità Animale, divisa in tre Lettere dirette al Vasalli* —, e uscita nel Giornale del Brugnatelli negli anni 1794, e 1795. Quattro sono le citazioni dell' Opuscolo, che vi si riscontrano, le quali ponno vedersi ancora alle pagine 208, 226, 244, e 255 della Parte I.ª, Tom. II.° della Collezione dell' Opere del Volta (Ediz. di Firenze del 1816); la più notevole di esse è la seconda, in cui si dice: = *Nell' altra Operetta si mettono dal suo Autore in campo alcune sperienze, le quali sono direttamente contrarie a quanto io avanzo, cioè, che senza metalli (o carboni) non si eccitino mai le convulsioni nella rana comunque preparata. Le sperienze oppostemi sono queste* ec. =. Nella prima, e terza citazione l' Opuscolo si fa stampato a *Modena* nel 1794; ma crediamo che questo sia per isbaglio, poichè non si conosce assolutamente altra edizione di esso, che la suindicata di Bologna.

(2) Pag. 12. Presso i fisici è comunalmente ammesso, che il Galvani fosse condotto a queste sue prime esperienze intorno al 1789 (V. Haüy, Biot ec.). Alcuni, dal modo con cui citano a proposito

delle medesime l' esperienza notoria del Cotunnio che è del 1784, danno a divedere, che il Galvani possa essere stato guidato a cotali ricerche da questa esperienza dell' Anatomico di Napoli (V. tra gli altri Izarn, *Manuale del Galvanismo* ec. pag. 10 della versione di Firenze del 1805): Mr. P. Sue asserisce espressamente che una tale esperienza *diede luogo a quelle del Galvani* (*Hist. du Galvanisme* ec. Part. II,ª pag. 97). Che l' esperienza del Cotunnio sia in realtà dell' indicato anno, si rileva dall' Opera che porta per titolo — *Teoria e Pratica dell' Elet. Med. di T. Cavallo, e della forza dell' Elettricità nella cura della suppressione dei menstrui di G. Birch, trad. dall' Inglese, di alcune annotazioni corredate, e dell' Istoria dell' Elettricità Medica precedute dal Cav. G. Vivenzio, Napoli* 1784 — (pag. 157). Anche il Giornale di Bologna intitolato — *Memorie Enciclopediche, compilate dalla Società Letteraria, e dirette dal Dott. G. Ristori* —, nel suo numero 8.°, Marzo del 1786, pag. 57, tocca dell' esperienza del Cotunnio; ma l' autore dell' Art. relativo, che si segna *G. A.* (probabilmente *Giovanni Aldini*), premette al suo cenno queste parole: = *ci avverte il signor Cotunnio con una osservazione affatto nuova, che nell' atto di tagliare un sorcio nell' epigastrio* ec. =, dalle quali parole si potrebbe arguire, che l' esperienza in discorso fosse del 1786, se dalla precedente produzione del Vivenzio, non si sapesse di certo, che l' esperienza fu annunziata a questo, con lettera dello stesso Cotunnio, per lo meno due anni prima. Tutti poi citano la stessa esperienza dell' anatomico napoletano, come anteriore a tutte quelle del Galvani. Ora coi MSS. di questo alla mano, si riconosce quanto sieno insussistenti tutte cotali supposizioni (V. ancora la nota (4)).

(3) Pag. 26. L' Autore nel Commentario suppone, che la boccia, dall' uncino della quale esprimesi qui che spiccia il fiocco elettrico all' atto dell' estrazione della scintilla dal conduttore della macchina, si trovi già prima di tale estrazione sotto l' influenza dello stesso conduttore, ed abbia l' anzidetto uncino acuminato. Si vegga nello stesso Commentario (p. 37, 38. C. A.; p. 42, 43. C. M.) la piena corrispondenza da Lui rimarcata tra la comparsa e scomparsa delle contrazioni muscolari, colla comparsa e scomparsa dell' anzidetto fiocco, sottoposte egualmente rana e boccia alla medesima influenza del conduttore elettrizzato. Allorchè primo il Volta (non il Pfaff, come si potrebbe credere, dietro alcuni: V. Alibert Elog. cit. nota (16), Becquerel

Op. cit. Tom. I.° pag. 87) riferì le ordinarie contrazioni elettriche, delle quali trattiamo, al riflusso, o *contraccolpo* elettrico, al *colpo* detto da Mylord Mahon *di ritorno* (V. Coll. dell' Op. del Volta, Tomo II.° Part. I.ª pag. 61 e seg.), e quando i fisici tutti quanti in progresso hanno ripetuta su di ciò l' osservazione medesima, sonosi certamente attenuti alla più semplice spiegazione del fenomeno; ma nessuno di loro ha forse abbastanza considerate due cose: 1.ª Che anche il Galvani aveva sostanzialmente riferito lo stesso fenomeno ad un simile giuoco di elettricità; e di fatto, che altro è il fiocco lucido che spiccia dall' uncino della boccia, nelle circostanze testè rammentate, *se non il colpo di ritorno di questa?* 2.ª Che il Galvani una volta convinto, la mercè delle straordinarie contrazioni ottenute coll'arco, che l' elettricità fosse già sbilanciata nella rana, come lo è nella boccia carica, doveva naturalmente essere portato a riferire le contrazioni elettriche ordinarie *al colpo di ritorno della boccia*, piuttostochè *al colpo di ritorno comune*: le prime contrazioni, le straordinarie o importantissime, dovevano, *per lui*, essere *il fatto più semplice*, siccome quelle che dipendevano dalla *sola* elettricità propria della rana; le seconde, cioè le comuni o meno importanti, dopo la scoperta delle altre se gli dovevano rappresentare quale *un fatto più complesso*, siccome quelle che succedevano pel concorso di *due* elettricità, dell' elettricità nativa dell' animale, e della elettricità esterna. D' altronde se almeno nelle contrazioni suscitate per ogni maniera d' azione, o d' influsso di elettricità comune, Ei non avesse supposta, anzi cercato di mostrare la necessità della mediazione di un' elettricità animale, avrebbe lasciata troppo aperta la via a dubitare dell' esistenza di questa, e dell' intervento della medesima nelle contrazioni suscitate dagli stimoli ordinarii. Tanto queste contrazioni, quanto quelle non dovevano elleno ridursi, nel sistema di Lui, alle contrazioni *semplicissime* sviluppate coll' uso dell' arco conduttore, spiegarsi, cioè, per lo stesso giuoco d' elettricità animale, che in queste ultime pareva tanto manifesto? Ma qui forse alcuno dirà, che il Galvani nel discorrere delle contrazioni elettriche ordinarie, avrebbe dunque dovuto riguardare e al colpo di ritorno della boccia, e insiememente al colpo di ritorno comune, ovvero sia, all' influenza dell' elettricità esterna sulla rana, considerata per quel tale organo elettrico, cui egli si figurava, e insieme all' influenza dell' elettricità stessa sulla medesima, considerata puramente quale corpo conduttore. In quel passo del Commentario, che incomincia colle parole — *Jactu enim scintillae* ec. —

(p. 44. C. A; p. 50. C. M.), nel quale si ammette, che l' elettricità positiva accumulata nella parte più interna dei muscoli, all' estrazione della scintilla debba accorrere per legge d' equilibrio ai nervi, e diffondersi nei conduttori applicati ai medesimi ec., viene soggiunto, che vi accorrerà *non soltanto per le proprie forze, ma per quelle ancora che pigli a prestanza dall' elettricità estrinseca* (VIRIBUS CUM PROPRIIS, TUM AB EXTRINSECA ELECTRICITATE ..... MUTUATIS). Però l' attuazione, o induzione, cui qui si accenna, supponesi esplicitamente patita dall' elettricità intima della rana, *dall' elettricità animale*, o questo senso almeno è troppo vago perchè si possa sostenere, che l' Autore volesse qui accennare all' influenza sopra l' elettricità comune della medesima rana. Ma prima che, dall' essersi Egli spiegato intorno ciò così vagamente, si concluda, che Ei non conoscesse punto il fenomeno del comune riflusso elettrico chiamato colpo di ritorno (mentre per esperienze proprie ne conosceva uno più astruso, quale si è quello del colpo di ritorno della boccia), si voglia considerare, che se come fisico avrebbe potuto contentarsi di porre, che la corrente di tale riflusso formata *di elettricità comune* avesse per se stessa facoltà di convellere l' animale, solo perchè lo invadeva da un' estremità all' altra, come fisiologo doveva necessariamente andare più innanzi. Dovea da bel principio ammettere, che la medesima corrente spingesse a produrre le contrazioni l' agente *immediato* delle medesime, cioè gli *spiriti animali*, o il fluido nerveo (V. n. (*f*)): ma questo fluido non era *in allora* per lui che l' elettricità animale, e questa, cui già stimava differire per qualche particolare qualità dalla comune, non produceva le contrazioni, se non col venire richiamata a trascorrere pe' nervi dalla più intima sostanza dei muscoli, in cui la supponeva fermamente annidata; il Galvani sarebbe dunque stato nell' impegno di mostrare, che quella corrente di *elettricità ordinaria* non intervenisse nelle contrazioni, se non se col suscitare questa corrente di *elettricità animale*, o col convertirsi (l' una elettricità immedesimandosi primamente coll' altra) in una corrente simile a questa corrente medesima. *Sed hoc opus, hic labor*, e può credersi che per questo Egli, nel Commentario, volgesse largo su di ciò. Che per altro il preindicato impegno dovesse essere, e fosse anzi il vero impegno e intendimento proprio di Lui, lo si rilevi ancora dalla Lettera al Carminati, uscita alla pubblica luce pochi mesi dopo del Commentario. Con quanti arguti raziocinii, con quali insinuanti induzioni, con che esca d' utili conseguenze non vi cerca egli mai di persuadere, che quella stessa elettricità,

che il Volta nelle sue prime esperienze galvaniche scarica *direttamente addosso alle rane*, entri sì nella produzione delle convulsioni, ma coll' accorrere in parte ad annidarsi coll' elettricità nativa delle medesime, e coll' acquistare così la virtù di questa *agli efficaci trascorrimenti dai muscoli ai nervi* (V. la presente nota sulla fine), o coll' eccitare questa stessa ad una *reazione che l' attui ai trascorrimenti medesimi*! È vero, che in una prima ipotesi da Lui proposta, e intitolata della *sopraccarica*, vi ammette, che *l' elettricità artifiziale* possa pur determinare le contrazioni, *agendo sul nervo nella stessa maniera che la naturale*; ma mostrasi poscia attaccato all' altra ipotesi da Lui stesso appellata della *scarica*, secondo la quale soltanto *l' azione di una elettricità puramente intrinseca e naturale* potrebbe produrre immediatamente le contrazioni, giacchè l' artifiziale non farebbe che *determinare la naturale alla scarica agendo a maniera di stimolo* ec. A questa medesima teoria il Galvani unicamente si attiene nell' Opuscolo — *Dell' uso e dell' attività dell' arco* ec. —; così sulla fine del passo al quale abbiamo apposta la presente nota (3), vi si suppone, che = *coll' urto meccanico del colpo* elettrico, *che i moderni fisici chiamano di ritorno, venga stimolato il nervo, e quindi posta in azione l' elettricità animale* =. Or bene, da tutto questo, dalle idee complicate, vaghe, stiracchiate, o dall' ambage, che si voglia anche dire, che incontransi nel Commentario, e nell' Opere posteriori del Galvani, particolarmente ove questi si occupa delle ordinarie contrazioni elettriche (il sollievo, la piena sicurezza, ogni volta che volge alle contrazioni straordinarie gli si veggono a chiarissime note), deducasi pure, se si vuole, che Ei si abbandonò troppo al sistema pel quale era prevenuto; che procurò di nascondere il lato debole di questo, coll' assegnare all' elettricità comune solo un intervento indiretto nel fenomeno delle ordinarie contrazioni elettriche, o collo studiarsi più di conciliare il suo sistema col fatto dell' influsso della medesima, di quello che di presentare nudamente un tale fatto quale era in se stesso; si aggiunga pure, se piace, che mostrossi il fisiologo preoccupato, che con destrezza, o sottile sagacia voleva sfuggire il fisico: ma non si asserisca, non si ripeta più con leggerezza, e senza avere non pure cercato di comprenderlo, che Ei fosse il digiuno di cognizioni fisiche, specialmente sulle elettriche influenze. Nella qualità di fisico lo si trattò pur duramente, e senza discrezione alcuna!, e col visibilissimo scopo di prestare favorevole anzi solenne argomento ad una proposizione paradossa .... a questa: — *alcune importantissime scoperte scientifiche sono*

originariamente dovute A QUALCHE PRETTA IGNORANZA *di chi primo le donò all' umano sapere* — . Teniam per fermo che di qui innanzi il Galvanismo non verrà più citato tra le scoperte, che ponno per avventura appoggiare somigliante proposizione; che in vece si ascriverà al novero di quelle, le quali rendono manifesto, potere nei nostri studii giovare assaissimo, che menti di una certa tempera, in balìa d' ispirazioni al di sopra delle idee comunemente ammesse, e difficilmente realizzabili, tentino di dimostrarle tali, non già su di esse speculando, ma mettendole al cimento dell' esperienza, e su di questa continuamente insistendu.

Giacchè in questo luogo della nota, che volevamo particolarmente dedicare alla illustrazione di qualche punto meno osservato del Commentario, fummo condotti a difendere l' esimio Autore nella parte di fisico, circa alla quale pare quasi che i più siansi accordati e compiaciuti di giudicarlo da poco, o di invilirlo; siaci permesso, che, nel proseguire la nota, senza perdere di mira l' indicato precipuo oggetto, produciamo liberamente argomenti, che sembranci smentire affatto somigliante giudizio. Il Galvani fu più sapiente che non curò di mostrarsi nelle Opere pubblicamente prodotte: questo si desume dall' esame de' manoscritti suoi, ed è una conseguenza patente dell' intero nostro Rapporto. Ma qui noi intendiamo di provare, che nelle stesse Opere Ei si appalesa più sapiente di quello che comunemente si volle far credere. Nella quale opinione verrà, siamo certi, chicchessia, anche senza gli argomenti nostri, purchè voglia attentamente considerarle, e concedere a sì benemerito dotto la pazienza di seguirlo nei suoi stessi vagamenti, che nascondono però non di rado un pensiero profondo, e fecondo...!

Nel passo su citato del Commentario, che incomincia colle parole — *Jactu enim scintillae etc.* —, sembra ammettersi, che l' elettricità positiva del conduttore della macchina sia propria ancora degli strati d' aria che vi sono intorno, e che, nel cavare la scintilla da quello, la stessa elettricità venga tolta istantaneamente ancora a questi. Qui, per non fare torto all' Autore dell' idea inesatta, che un tale senso presenta sul modo con cui si esercita l' elettricità d' influenza, basterà ricordare, che ai tempi del Medesimo, e massime al tempo in cui Egli apparò fisica, regnava grande discordanza tra i professori di questa scienza, e tra le scuole loro intorno a così delicato soggetto dell' elettricità d' influenza. Non ne mancavano, ed anche di celebri, che la così detta *atmosfera elettrica* d' un corpo positivo supponessero

formata dalla vera, e propria sostanza del fluido elettrico, istantaneamente diffusa tutto all' intorno del corpo stesso tosto che veniva elettrizzato: essi non conoscevano, o negavano una *sfera di attività sensibile* in questo corpo, ossia negavano, che questo potesse esercitare *direttamente a distanza più o meno grande* un' azione, la quale invece supponevano esercitata mediante quella tale *atmosfera elettrica*. Altri, che conoscevano la comunicazione, e diffusione più o meno lenta, ma reale, dell' elettricità nell' aria, che circonda i corpi conduttori elettrizzati, sembravano attribuire a questa elettricità, acquistata dal comune mezzo isolatore, i giuochi delle elettriche influenze. Passiamo sotto silenzio altre vedute e teoriche anche più erronee di queste, in allora pure professate sulle elettriche influenze, riserbandoci però di riportare un concetto giusto intorno alle medesime, che, nel tempo in cui uscì il Commentario, discendeva naturalmente dalla teoria abbracciata dai migliori elettricisti, e che nel Commentario stesso veniva distinto, e raccomandato quale ottimo. Nessuno, in veggendo che noi rammentiamo le due opinioni dalle quali il Galvani sembra avere attinto nel comporre il suddetto passo, vorrà opporci che Esso avrebbe ben potuto attignere da fonti migliori, per esempio, dall' Epino, dal Volta, dal Van Swinden, e da pochissimi altri; imperocchè se le costoro produzioni intorno l'elettricità avevano appena incominciato a fruttificare presso la comune dei fisici, specialmente in ciò che riguarda il fenomeno dell' elettricità d' influenza, se questi tenevano tenacemente alle antiche opinioni ne' loro insegnamenti e corsi stampati, non può nè pure passar per la mente che un anatomico dovesse egli modellare le proprie spiegazioni su le più fresche teorie elettriche. Si getti un poco uno sguardo sui trattati di elettricità ne' più accreditati Corsi di Fisica di quei tempi; per esempio, eccone uno, quello del ch. Mat. Jacq. Brisson, intitolato — *Traité élem. de Physique* ec. —, terza edizione, rivista, corretta, e aumentata dall' Autore, Parigi, Anno VIII.° (cioè An.1800, 9 anni dopo la pubblicazione del Commentario del Galvani): apriamolo al Capilolo 19.°, dell' Elettricità, nel Tomo 3.°, e diamo una scorsa alle 200 pagine che compongono un tale Capitolo. Senza intendere di deprimere questo chiarissimo Membro dell' Istituto Nazionale, e Professore alle Scuole Centrali di Parigi, osserveremo che le dottrine elettriche sulle quali il Galvani fonda nel Commentario, e nelle Opere consecutive sono assai più giuste delle sue, e più conformi a quelle che in appresso hanno ricevuto l' assenso universale dei fisici.

Che analisi falsa dei fenomeni elettrici, e delle teorie di questi proposte dai Dufay, Nollet, Jallabert, Franklin, Æpimus! L' Autore, preoccupato dei principii del secondo, svisa, non ammette gli stessi fatti fondamentali in elettricità contenuti specialmente nelle Opere del primo, e dell' ultimo; quelli poi che riguardano le influenze elettriche sonvi maltrattati, e imbrogliati dalle sue *effluenze*, e *affluenze* al punto, da non potersi nè pur riconoscere. Indarno Mr. Brisson riferisce su di questi fatti la massima dell' Epino, che i corpi elettrizzati non hanno punto un' atmosfera elettrica allo intorno, se pure per questa non s' intenda la sfera di attività più o meno estesa de' medesimi; egli stesso asserisce che questo è un negare un fatto riconosciuto da tutti, ed evidentemente dimostrato, e che d' altronde una tale sfera di attività è inamissibile, *perchè un corpo non può agire dove non è* (Op. e Tom. cit. pag. 360). Finalmente nelle sue *trentasei proposizioni fondamentali* che, a sua detta, comprendono la scienza elettrica tutta quanta, vagheggia di continuo *le correnti effluenti, ed affluenti* dell' Ab. Nollet, e tira tutto ad esse; nè si può vedere come vi tirasse le contrazioni galvaniche, poichè di queste, nel 1800!, non tocca nè punto, nè poco.

Le medesime considerazioni precedenti che ci hanno servito a chiarire il passo su citato del Commentario, e a difendere il Galvani dall' eccessiva esigenza di idee teoriche perfette verso di Lui usata, vanno applicate al passo consecutivo che incomincia colle parole = *Similis causa, et ratio esse videtur* ec. = (p. 44. C. A; p. 51. C. M.). Nel quale passo esprimesi, che la ragione delle contrazioni, allorchè la rana co' suoi conduttori sia sospesa nel vaso di vetro, è simile a quella che venne assegnata pel caso in cui l' animale supponevasi sospeso in aria; perocchè, vi si aggiugne, quanta elettricità, col getto della scintilla del conduttore della macchina, vien tolta all' esterna superficie del vetro, altrettanta ne deve accorrere dell' interna dei muscoli, per la via dei nervi e del conduttore di questi, all' interna superficie dello stesso vetro. Qui dunque si ammette, che la superficie del vaso voltata dalla parte del conduttore venga dall' atmosfera di questo caricata di elettricità positiva, e che contemporaneamente, per la nota proprietà dei vetri, la superficie interna del medesimo, voltata dalla parte dell' animale, si scarichi d' altrettanta elettricità positiva; che quindi, all' estrazione della scintilla, cioè, al cessare dell' influenza elettrica di quel conduttore, la prima superficie si scarichi del fluido sovrabbondante, e la seconda si ricarichi del fluido deficiente. Ciascuno

almeno riconoscerà la rettitudine de' principii fisici che servono di base a questa spiegazione, se non, in questa spiegazione istessa, una molto felice applicazione de' principii medesimi. Molto più felice, e quasi perfetta è l' applicazione che il Galvani fa di questi stessi principii al caso delle contrazioni avvenute nell' estrarre la scintilla dal conduttore di una boccia di Leida caricata, all' esterna superficie della quale erano appoggiati, o soltanto vicini i conduttori dei nervi degli animali, preparati alla sua maniera. Ed è consecutivamente a questa applicazione che viene proposto, e con ischietto assenso abbracciato quel concetto, che poco prima promettemmo di riportare, il quale, a senso nostro, avrebbe dovuto per se solo meritare all' autore lode di ingegnoso e acuto elettricista, o per lo meno di anatomico versato nella scienza elettrica, più di quello che lo fosse qualche rinomato professore fisico de' tempi suoi. Il concetto si fa rilevare da se nel seguente passo del Commentario (p. 45. C. A; p. 51. C. M.). = *Immo tam apte, et perspicue hac superficierum, et aequilibrii lege phoenomenon explicatur, ut eum non facile reprehenderem, qui ab eadem lege contractiones quoque illas explicaret, quae obtinentur in scintillae a conductore electricae machinae extorsione*, DUPLICEMQUE ILLE IN AEREIS STRATIS EUMDEM CONDUCTOREM CIRCUMAMBIENTIBUS VELUTI SUPERFICIEM CONSIDERARET, INTERNAM ALTERAM CONDUCTOREM, EXTERNAM ALTERAM ANIMAL RESPICIENTEM =. Noi non siamo stati i primi a notare questo passo, e a riconoscerne la verità e aggiustatezza. Ci vedemmo con piacere prevenuti su di ciò, fino dall' epoca in cui uscì il Commentario, da illustri fisici Italiani. I sapienti scrittori del Transunto di questo, prodotto nel Giornale di Milano intitolato — *Opuscoli scel. sulle Scien. e sulle Arti* —, Transunto da noi lodato nella nota (1), fregiarono il passo in discorso colla seguente postilla: = *Questa spiegazione diffatti è la più coerente alle moderne teorie*; *e se colla scarica del quadro magico non si ha alcuna contrazione* (V. p. 9. C. A; p. 7. C. M.) (*), *egli è perchè l' elettricità non fa allora che passare dall' una all' altra superficie del quadro*, SENZA INDURRE NEGLI STRATI AEREI IL SUDDETTO CANGIAMENTO = (V. Gior. cit. Tom. 15, An. 1792, pag. 133, e pag. 21 del Transunto).

(*) *In tale caso si suppone che la rana trovisi sospesa in aria, a qualche distanza dal quadro magico, nel mentre che l' arco scaricatore viene portato a contatto delle opposte armature di questo.*

Dicasi ora schiettamente se è mai possibile che Mr. Biot, il cel. Fisico Biot, con quella sua mente e somma dottrina, avesse potuto lasciarsi sfuggire il giudizio contenuto in queste parole = *En lisant l' ouvrage de Galvani* (il Commentario) ON S' APERÇOIT AISÉMENT QU'IL N' AVAIT AUCUNE CONNAISSANCE DE LA VRAIE THÉORIE DES INFLUENCES ÉLECTRIQUES =, *se veramente* avesse letto *con una qualche attenzione* il Commentario? Simile giudizio veniva da Lui pronunciato pubblicamente per la prima volta nel 1821, nella seconda Edizione del suo-*Précis de Physique*-, ripetuto nella terza Edizione di questo del 1824, e probabilmente ripetuto ancora nelle cousecutive ristampe del medesimo: tanto nella prima Edizione del *Précis,* quanto nel trattato grande di Fisica del 1816 del celebre Autore, il giudizio stesso manca affatto. Onde questo dev' essere paruto tanto più grave, quanto più era maturo; divolgato poi in una pregevolissima Opera dedicata all' istruzione della gioventù (che certamente non va a leggere il Commentario del Galvani per verificare i giudizii di un Biot), deve aver contribuito molto a inspirare quella poca stima, che generalmente si fa del Galvani in qualità di fisico. Dopo un tale giudizio il Biot commenda però moltissimo *la rara sagacia* del cel. Anatomico bolognese, – *e il vero genio che gli fece afferrare, come per indovinamento* (COMME PAR DIVINATION), *e variare* con *tanta arte il fenomeno straordinario delle convulsioni, apparentemente spontanee, che l' azzardo gli aveva messe sott' occhio* –. Onde si scorge che il ch. Fisico parigino non ha certo mancato al rispetto del Galvani, quanto ha mancato alla verità. Così pure ha mancato a questa con un altro giudizio pronunziato primamente nella stessa seconda Edizione del *Précis* suddetto, il senso genuino del quale è il seguente. « *Sembrava* » *che l' analogia la più evidente* tra il fenomeno delle contrazioni » ottenute coll' elettricità ordinaria, e il fenomeno delle contrazioni » prodotte per mezzo dell' arco metallico, dovesse condurre il Galva- » ni *ad una conseguenza tanto semplice*, quanto lo è quella di at- » tribuire queste ultime a qualche corrente elettrica *sviluppata dal* » *contatto dei metalli* eterogenei (essendosi pur Egli stesso accorto » che tali contrazioni mancavano, o erano deboli quando l' arco era » formato da metalli omogenei), e non già ad immaginare, siccome » fece, *una sorgente novella di elettricità*, cui Egli chiamò L' ELET- » TRICITA' ANIMALE ec. » (Précis cit. Tom. I.° pag. 614 della 2.ª Ediz., e pag. 605 della 3.ª). Ma, per non dir altro, la vera storia del Galvanismo è là ad insegnare, che lo stesso celeberrimo autore della teoria

del contatto seguì sulle prime, e per un certo tempo, *la strana immaginazione* del Galvani, che fu anzi enfatico ammiratore, e sostenitore della medesima!. = *La Dissertazione ..... pubblicata dal Dottor Galvani ..... contiene una di quelle grandi e luminose scoperte, che meritano di far epoca negli annali delle scienze fisiche e mediche, non tanto per ciò che ha in se stessa di nuovo, quanto perchè apre un largo campo di ricerche non men interessanti che curiose, e di utilissime applicazioni. L' esistenza di una* vera e propria elettricita' animale, *vale a dire, che eccitasi di per se negli organi viventi senza indurvene punto di straniera, cioè di quella già eccitata con qualsisia artificio in altri corpi; elettricità appartenente a tutti gli animali a sangue freddo e a sangue caldo; che trae origine dall' organizzazione medesima, e dura e si mantiene anche nei membri recisi, finchè avvi un residuo di forze vitali, e il cui giuoco ed azione si esercita primieramente tra nervi e muscoli;* è cio' che viene provato ad evidenza *nella terza parte di questa opera* con molte sperienze ben combinate, e accuratamente descritte = ... or l' arco conduttore *così semplicemente applicato, è noto a chi abbia anche solo leggier tintura della Scienza elettrica,* non poter indurre elettricita' alcuna; *ma bene aver per proprio ed unico officio di toglier quella che già esista, di rimettere in equilibrio il fluido elettrico già sbilanciato,* ec. =. Questi due passi sono tolti dalla *Prima Memoria del Volta sull' Elettricità animale* (V. Coll. cit. T. 2° P. 1.ª pag. 13, 14, 15), la quale uscì nel Quaderno di Maggio 1792 del Giornale Fisico-Medico del Brugnatelli, e fu la sua seconda produzione sullo stesso argomento; nella prima aveva mostrato come Ei fosse pervenuto a misurare con esattezza la prodigiosa sensibilità delle rane allo stimolo elettrico, e si fosse convinto, che la medesima compariva maggiore, se l' elettricità positiva le invadeva dalla parte dei nervi, di quello che se la stessa elettricità le penetrava per la parte dei muscoli (Id. pag. 1). Sicchè la predetta Memoria, che tutta spira ammirazione ed entusiasmo per la scoperta, e la teoria del Galvani, non fu mica il risultato di una prima impressione! Tutto all' opposto, confessa lo stesso Volta di non essersi indotto a prestar fede o assenso all' una, e all' altra *se non se dopo aver veduto e toccato con mano* i descritti fenomeni; e chiede fino perdono all' Autore della scoperta della *incredulità, e ostinazione*, che lo preoccuparono nell'accingersi alle prime prove (Id. pag. 35 Part. Sec. della *Pr. Mem.* ec.). Conformemente a ciò, Ei persistette ad ammettere le idee

fondamentali della teoria del Galvani, anche dopo aver riferito le contrazioni elettro-fisiologiche ordinarie al contraccolpo elettrico, cioè dopo che credè di avere provato, che tali contrazioni potessero spiegarsi benissimo, senza bisogno di mettere in giuoco, riguardo ad esse, l'elettricità animale. = *Ed ecco come*, dice egli, dopo aver prodotti su di ciò i suoi argomenti, *non hanno più nulla di sorprendente tutte le sperienze descritte nella* 1.ª e 2.ª *Parte dell' Opera del Sig. Galvani, e delineate nelle due prime tavole* =. Ma aggiugne egli stesso in una nota: = *Non voglio con questo detrarre nulla al merito dell' egregio Autore, nè intendo di significare, che tali sue sperienze si debbano avere in poco o in niun conto. Esse son belle nel loro genere ; e quel che è più, lo hanno condotto* ALLA GRANDE, ALLA MARAVIGLIOSA SCOPERTA DELL' ELETTRICITÀ' ANIMALE NATIVA, E PROPRIA DEGLI ORGANI, *la quale viene* ECCELLENTEMENTE DIMOSTRATA *nella* 3.ª *parte dell' Opera medesima, e della quale ho cercato di fare quell' elogio, che conveniva, e l' ho fatto colla maggiore compiacenza nel discorso precedente. Intanto il pregio di questa* 3.ª *parte dell' Opera di Galvani, contenente l'* ENUNCIATA INSIGNE SCOPERTA, *rimarrebbe sempre intiero e intatto, quand' anche si tagliasser fuori del tutto le altre parti come inutili, che pur non lo sono, avendo il loro pregio anch' esse* = (V. Id. pag. 63, in quella parte della *Mem. Secon. sull' Elettricità anim.* che uscì col Quad. di Giugno 1792 del Giorn. del Brugnatelli). Persistette pure il celeberrimo inventore della pila a seguire in parte le idee del Galvani, e per certo ad ammettere un' elettricità animale nel senso di questo, quantunque avesse già dedotto da nuove esperienze proprie che l' elettricità agiva *immediatamente* sui nervi, e che la *contrazione*, o la *sensazione* che ne seguiva, secondo che tali nervi eran di quelli inservienti al moto, o di quelli inservienti al senso, poteva riguardarsi quale effetto immediato dell' *azione nervosa*, non altrimenti che se si fosse trattato di qualunque stimolo ordinario, e quantunque egli medesimo avesse già cominciato a sospettare che la grande influenza delle armature dissimili, o dell' arco eterogeneo sulle contrazioni galvaniche, fosse dovuta ad un' elettricità sviluppata pel contatto tra di quelle, o tra le diverse parti di questo. Si veggano le prove di ciò nella *Continuazione* della sua *Seconda Memoria sull' Elettricità animale*, la quale *Continuazione* incomincia col § 50.° della stessa Memoria (*). Dal seguente passo, che incontrasi nella prima lettera del Volta

(*) *Quantunque nella citata* Collezione dell' Opere del Volta *si*

a Tiberio Cavallo scritta il 13 Settembre 1792, si rileva che egli nè pure allora sapeva decidersi a rinunziare del tutto all' elettricità animale, benchè in allora tenesse per fermo di avere già scoperta *la nuova legge d' elettricità comune, e non già d' elettricità animale, alla quale dovevansi in gran parte attribuire i fenomeni galvanici.* = *Je dois dire ici* (V. Coll. Id. pag. 133 e 134), *qu' à la découverte de cette loi nouvelle, de cette électricité artificielle jusqu' à présent inconnue, je me defiai d' abord de tout ce qui m' avoit paru demontrer une électricité animale naturelle, dans le sens propre, et que j' étois sur le point de révenir de cette idée.* MAIS REPASSANT, AVEC UN EXAMEN RÉFLECHI, TOUS LES PHÉNOMENES, ET RÉPÉTANT LES EXPÉRIENCES SOUS CE NOUVEAU POINT DE VUE, *je trouvai enfin que quelques unes soutiennent encore cet examen* . . . . . ET QU' AINSI L' ÉLECTRICITÉ ANIMALE NATURELLE ET PROPREMENT ORGANIQUE SUBSISTE, ET NE PEUT PAS ÊTRE RENVERSÉE ENTIÈREMENT. *Les phénomenes qui l' etablissent* (quelli delle contrazioni ottenute coll' arco omogeneo), *quoique beaucoup plus limités, ne laissent pas que d' être* DEMONSTRATIFS, *comme je viens d' indiquer, et comme on verra mieux dans la suite* =. Da ultimo anche nel suo *Specimen* di Osservazioni intorno l' elettricità animale, steso sul finire del 1792, e pubblicato in un Giornale di Lipsia, scorgi pure un ritegno a trascurare del tutto la teoria galvaniana. = *At nullumne prorsus erit in omnibus Galvanii experimentis, quod illa* (electricitas animalis) *jure sibi vindicare queat?* =, ecco una dimanda che vi incontri; alla quale tiene dietro la risposta = *Hoc equidem non ausim definire* = (Id. pag. 172).

passi direttamente dal §. 49.° *al* 50.° *della medesima, come se essa fosse tutta di un solo getto, pure è di fatto, che la parte che incomincia col paragrafo* 50.° *uscì nel Tomo* 3.°, *e nel Quaderno di Luglio del suddetto Giornale del Brugnatelli, col ricordato titolo di* Continuazione della Sec. Mem. ec., *mentre l' altra parte, che finisce col paragrafo* 49.°, *era uscita nel tomo* 2.° *e Quaderno di Giugno dello stesso Giornale. Questa circostanza serve a far comprendere meglio la grande diversità che si ravvisa tra le stesse due parti della Memoria, diversità consistente in ciò, che nella seconda parte, assai più che nella prima, l' Autore mostrasi avanzato nell' ordine delle idee teoriche, che andava sostituendo alle idee del Galvani, e che ben presto erano destinate ad avere un pieno trionfo su di queste.*

Quantunque il celeberrimo elettricista italiano, nella novella carriera che seppe aprirsi da se avanzasse con una rapidità ben superiore all' ordinario, e in modo da lasciare molto addietro di Lui quegli stessi che intesero a seguirlo nella carriera medesima, pure i riportati passi comprovano anche al di là del bisogno, che Ei se la aprì, e si determinò a calcarla con tutta franchezza, in cambio dell' altra tracciata dal Galvani, soltanto a poco a poco, e a mano a mano che le esperienze lo alienavano da questa, e lo conducevano a quella. Questa riserva, questo ritegno fanno onore, checchè siasi lasciato sfuggire Mr. Biot, non meno al Galvani che al Volta, e, ciò che importa più, presentano il più bell' esempio di omaggio per la filosofia esperimentale, che possa giammai desiderarsi dai maggiori estimatori di questa. Si aggiunga che il Volta dovette per certo essere ritenuto d' abbandonarsi interamente alla sua *idea fisica* (quella del contatto degli eterogenei), ancora dall' *idea chimica*. Questa, per mezzo del Fabroni, era già sorta in pari tempo di quella a sostenere i suoi dritti sui fenomeni galvanici, e fin d' allora minacciava di respingere quella idea medesima, non meno che *l' idea fisiologica*, alla quale i fenomeni stessi andavano debitori in gran parte dell'aura universale con cui erano stati accolti. L' idea fisica trionfò, PERCHÈ PRODUSSE LA PILA. L' idea chimica canta piena vittoria oggidì, perchè, quantunque oscura ancora, come molto complessa a fronte dell' altra, mostrasi ora assai ferace, mentre questa, dopo aver prodotto tanto che parea inesauribile, sembra adesso esausta e sterile. A intendere poi alcuni si potrebbe credere, che l'idea fisiologica pure dovesse insorgere presto, o fosse già insorta a rivendicare con felice successo una parte della primitiva considerazione, revocando a se dalla Fisica e dalla Chimica, che avevano invaso tutto, quella mano de' così detti fenomeni galvanici, che propriamente le appartengono, e lasciando a queste scienze le altre sue antiche pretese. I costoro sforzi hanno se non altro servito fin qui a richiamare l' idea fisiologica (alla quale in origine si deve tutto!) da quell'eccessivo irragionevole abbandono in cui era caduta. Noi crediamo che tutti i dotti, ma quelli specialmente a' quali ci riferiamo in questo luogo, applaudiranno alla determinazione presa dall' Accademia nostra sulle Opere, e sui MSS. del cel. Galvani. Imperocchè essi particolarmente si compiaceranno di osservare in tali MSS., e in tali Opere (le quali avranno motivo di consultare *con più attenzione di prima*) la maggior parte delle viste teoriche loro favorite, o i germi delle medesime, e saranno solleciti di renderne

onoranza al vero Autore, a quello cui vorranno riguardare come primo loro Institutore. Sì, è stato per noi stessi uno dei risultamenti più curiosi del nostro studio sopra il Galvani, questo, di scorgere ne' suoi lavori editi, e inediti quasi tutto quello che di più ingegnoso, e di più persuasivo venne modernamente proposto sopra un' elettricità animale, e sull' influenza dell' elettricità comune in alcuni fenomeni fisiologici. In appoggio di che, noi ci limiteremo a mandare il lettore ai passi riportati nella nostra nota (8), e a trascriverne uno cavato dal Commentario: ulteriori prove di ciò se le avranno quelli cui piacerà di scorrere questo Rapporto, e di ponderare nello stesso Commentario e nelle Opere consecutive del Galvani tutte le vedute teoriche, che vi sono sparse.

= *Ex captis itaque experimentis* (così leggesi alla pag. 43. C. A., e alla pag. 48. C. M.) *illud haud difficile eruitur, celerem vehementemque nerveo-electrici fluidi excursum per musculum ad nervum illum esse, quo maxime musculares contractiones, ac motus excitantur. — Qua vero ratione hujusmodi electricitatis excursus contractiones inducat, utrum ex. gr. mechanica quadam irritatione, ac stimulo, aut nervos, aut muscularem fibram percellendo, ejusdemque, ut ajunt, irritabilitatem excitando,* AN MORE, ET INGENIO COMMUNIS VAPORIS ELECTRICI PECULIAREM, VEHEMENTEMQUE ATTRACTIONEM INTER PARTICULAS EX. GR. MUSCULAREM FIBRAM COMPONENTES CELERRIMO SUO PER EAMDEM EXCURSU INDUCENDO, UT PROPIUS ILLIS AD SE MUTUO ACCEDENTIBUS REDDATUR FIBRA BREVIOR, *an alia, ut proclivius est credere, nondum cognita ratione agat, scitu perdifficilis nimis res est, atque tenebris nimis obvoluta* =. Non sì tosto questo luogo ci venne sott' occhio, che fummo costretti di concludere che il ch. sig. Becquerel doveva aver passato il Commentario del Galvani con molta fretta per non avvertire lo stesso luogo, e non metterlo alla testa del Capitolo IV.° del Quarto Tomo della sua Opera *Traité de l' Électr. et du Magn.* (pag. 279). Di fatto questo Capitolo è dedicato alle *teorie delle contrazioni;* la teoria poi de' sig. Prevost e Dumas, dalla quale s' incomincia, e che viene chiamata *la prima teoria razionale che sia stata data delle contrazioni musculari prodotte per mezzo dell' elettricità*, potrebbe quasi dirsi una illustrazione, appoggiata ad una scoperta elettrica moderna, ed anche ad alcune esperienze e viste anatomiche dei predetti signori, della teoria data dal Galvani in questo luogo. Come il Galvani intendesse l' intervento dell' elettricità nel fenomeno delle contrazioni bisogna vederlo in questo suo luogo, e non dedurlo dai giudizii altrui:

essendo pur troppo vero, che ben diverso criterio si fa de' concepimenti del grande fisiologo bolognese, consultando direttamente le sue Opere, da quello che stando ai pareri che ne furono dati da chi, preoccupato da idee contrarie, trovò in queste Opere ciò che non vi era, o da chi, per trascuratezza, non vide ciò che vi era. Il Galvani volle sì persuadere che un' elettricità, l' elettricità animale, fosse l' agente immediato de' movimenti musculari: avvisò che li producesse ne' suoi rapidi trascorrimenti dai musculi ai nervi, qual si fosse poi la causa che a tali trascorrimenti la eccitassero, e sul modo con cui potesse realmente produrli fece le profonde ed ingegnose congetture contenute nel testè riferito passo; ma ben lungi dal negare, che l' elettricità comune potesse suscitarli coll' agire *solamente* sui nervi che servono al moto, o ben lungi dal negare che la medesima elettricità, nel suscitare simili movimenti, agisse soltanto come causa mediata, occasionale e rimota, e non già come causa immediata (e parrebbe che lo avesse negato, stando a certi passi del Volta; V. n. (*f*)), Ei si sforzò sempre di provare, che la stessa comune elettricità, similmente agli stimoli ordinarii, non per altro modo determinasse que' movimenti, se non che coll' eccitare ai predetti trascorrimenti l' elettricità animale, questa, lo ripeteremo, e non già la comune, agente immediato, per Lui, de' movimenti medesimi.

Pensando alle false asserzioni, ai torti giudizii che furono pronunciati su Luigi Galvani e la scoperta di lui, specialmente pel lungo tratto in cui si subì la prepotente influenza di una teoria renduta abbagliante dalla massima delle invenzioni, e così pure pensando ad altre contrarietà toccate allo stesso egregio Autore riconoscibili da chiunque ci segua nel presente Rapporto, si ha ben d' onde rinunciare del tutto alla volgare opinione, che proclama il Galvani fortunatissimo in qualità di dotto: Ei non è stato meno sventurato, come dotto, di quello che nol fosse, come uomo di cuore, nella sua travagliata vita!

(4) Pag. 36. Mostravasi in tale guisa sì limpida e naturale l' ultima origine della capitale scoperta del Galvani, che vedesi con pena aver taluno voluto insinuare, che possa Egli esservi pervenuto colla scorta della divolgatissima osservazione del Cotunnio (V. n. (2)). E sì che cotale osservazione ha una relazione tanto remota col fatto che è perno della scoperta galvanica, che appena si può perdonare che si citi quella, nell' imprendere a trattare di questa (*). Vaglia il vero,

(*) *Se si fosse atteso un poco a quanto il Volta, nel debito tempo,*

l' Anatomico di Napoli non disse già di avere osservato, nel suo *piccolino sorcio domestico*, delle contrazioni muscolari, all' atto in cui col coltello gli squarciava il ventre; disse appuntino questo: – *che non sì tosto ebbe tagliata parte della pelle dell' epigastrio, che il sorcio mosse con tale vibrazione la lunga coda, entrata fra le basi del dito auricolare, ed anulare della sua mano sinistra, e sì contro quest' ultimo dito si agitò, che, con di lui sorpresa, si* SENTì' scosso *tutto il sinistro braccio sino al collo, con tale fremito interno, e tal senso afflittivo in mezzo all' omero, e tanto* SCUOTIMENTO NEL CAPO, *che si empì di spavento, e detto fatto lasciò l' animaletto cadere a terra.* Disse inoltre, *che quella specie di stonamento nel braccio durò per un buon quarto d' ora, ma che non poteva poi ricordarsene senza che gli nascesse nell' animo un senso di avversione; che Ei non sapeva che quell'* ANIMALETTO FOSSE ELETTRICO, *ma che questo saggio gliene diè certa prova* – (V. *Teoria e Pratica ec., e Mem. Enciclopediche ec.*, ne' luoghi cit. nella nota (2); ed anche *Opuscoli scelti sulle scienze, e sulle arti, di Milano* T. 15.° pag. 131, an. 1792). Anche l' Autore *G. A.* del cenno sulla osservazione del Cotunnio contenuto nel Giornale — *Memorie Enciclopediche* ec. —, conclude: — *Ecco fuori della torpedine osservata dal signor Spallanzani, e delle anguille di Surinam un nuovo animale elettrico* —. Or non vi par egli di sentire dal Cotunnio il primo spaventoso racconto dell' esperienza di Leida? Dopo cotale narrazione ciascuno doveva persuadersi e restare ben convinto, che si trattava in realtà di un animale elettrico, come la torpedine, o per lo meno, che l'animale in quell' accidente spiegò la più possente virtù di questa. E vedendo la cosa così, come è, a chi mai poteva cadere in testa, che il Galvani fosse stato quasi prevenuto dal Cotunnio, che il fatto occorso a questo avesse servito di lume diretto all' altro, ec? Non sarebbe stata futilità il dire, che Galvani fosse stato prevenuto da'primi,

veniva discorrendo intorno a simile osservazione del Cotunnio, e ad altre esperienze riguardanti una pretesa elettricità animale, non si sarebbe commesso questo vero tratto di leggerezza in aggravio del Galvani, e noi saremmo dispensati da questa nota, e da qualche altra analoga (*V.* Mem. prima *del Volta sull'* Elett. Anim., *nel Tomo II.° Quaderno di Maggio* 1792 del Giornale Fisico-Medico di L. Brugnatelli; *ed anche Coll. dell' Op. sue Tom. II.° Part. I.ª, pag.* 19, 22 *ec.*).

che dimostrarono elettrica la virtù di dare scosse di certi pesci? Sulla quale cosa non si deve ommettere, che il Galvani nel suo Commentario aveva già magistralmente toccato dell' unica relazione ammissibile, nella sua ipotesi, tra i fatti da Lui scoperti, e il fenomeno dei pesci elettrici (V. p. 40 e 41 C. A.; 46 e 47. C. M.).

Termineremo questa nota senza indicare, che, dalla maniera con cui il chiarissimo storico del Galvanismo riferisce il fatto del Cotunnio, parrebbe quasi che il fatto fosse stato osservato in Bologna nel 1786? Tacceremo che, dietro lo stesso storico, uno studente di medicina sarebbe stato l' osservatore del fatto, e un Cotunnio semplice narratore del medesimo (V. *Hist. du Galvanisme par P. Sue* pag. 1)? Taceremo pure che il celebre Biot afferma che realmente il fatto avvenne ad uno studente di medicina di Bologna (*Essai sur l' Hist. des sciences pendant la révolution française* pag. 19), e che Haüy, dietro lui, conferma la stessa cosa, e asserisce, che il fatto occorse nel 1789 (*Traité Elem. de Phys.* T. 2. pag. 3.)? Passeremo sotto silenzio, che il cel. Bar. G. Cuvier nella sua Opera che ha per titolo — *Histoire des progrès des sciences naturelles depuis* 1789 *jusqu' a ce jour* (1830) —, accenna che l' effetto del galvanismo sull' animale economia venne avvertito dal Cotunnio, e svolto dal suo maestro Galvani? (*aperçu par Cotugno et devellopé par son maitre Galvani; Op. cit. Artic. Agents chimiques imponderables*, alla pag. 25 del Tom. 1.° dell' ediz. di Brusselles del 1838) (*). Non è questo che un piccolo saggio delle inesattezze, contraddizioni, e favolette già accreditate intorno alla scoperta di Luigi Galvani, sulle quali potrebbesi anche rimanere indifferenti, se tutte non facessero, quale più, quale meno, attentato al merito dello scopritore.

Dietro questa nota, e la nota (2) si può giudicare quanto sieno fondate alcune asserzioni sull' Anatomico Domenico Cotunnio, che si leggono alla pagina 432 del Tomo 13.° della *Biografia Universale* stampata a Venezia (Alvisopoli), asserzioni però che, bisogna confessarlo, non

(*) *L' estratto della lettera al conte Prospero Balbo sopra la scoperta del Galvani, inserito nel Giornale di Rozier* (*V. n.* (2)), *contiene sul bel principio una nota capricciosa del tradnttore relativa all' esperimento del Cotunnio, alla quale sembra che tutti gli Autori francesi siansi attenuti, aggiungendo però arbitrariamente ciascuno di loro qualche cosa al senso di già fallace della medesima.*

sono molto discordi dalle opinioni generalmente seguite fin qui intorno ai primordii del Galvanismo. Vi si dice, con una leggerezza non rara in somiglianti OPERONE, che al miserissimo accidente del sorcio *Egli fu debitore di gran parte della sua gloria*: che subitamente attribuì il fenomeno presentatogli dal sorcio all' elettricità animale, facendosi perciò PRECURSORE DEL GALVANI IN TALE SCOPERTA! Egli, che ha ben altri titoli di celebrità che non quello concessogli dalla Biografia, meritò tanto di essere chiamato il precursore del Galvani, *al più* quanto lo avrebbe meritato il Paterson, che, intorno allo stesso tempo, *scopriva, e metteva fuori d' ogni dubbio* l' esistenza di un nuovo animale elettrico tra gli abitatori del mare. Eppure nessuno ha mai pensato di onorare questo del titolo di *precursore* del Galvani!

(5) Pag. 48. Ci piace di trascrivere un curioso e bellissimo frammento del fascicolo B, ommesso in gran parte nell' Opuscolo stampato, il quale si legge alle pag. 5, e 6 di quello. Dopo esservisi spiegato, perchè la boccia de' Fisici, tal quale è stata costrutta e adoperata fino allora, manchi di certe proprietà, dal Galvani riconosciute in quella, che, nella sua ipotesi, viene chiamata *boccetta di Leiden animale* (la fibra muscolare congiuntemente col suo nervo, onde l' intero muscolo veniva da Lui riguardato quale una congerie di simili boccette: V. p. 36 C. A; p. 40. C. M.), e dopo averne conchiuso, che una tale mancanza non può prestare un valido argomento contro l' indicata ipotesi del Galvani, si aggiunge da prima questo, che è comune tanto al manoscritto, quanto allo stampato: = *Animerei bensì i Fisici a rintracciare cogli esperimenti sulla boccia di Leiden le accennate proprietà, ed a costruire altre bocce d' altre materie coibenti, d'altra forma, con altri artifizii dai fin qui usati, e questi per quanto si può tali, che più da vicino imitassero la detta boccetta animale* =; poscia nello stampato si legge: = *Il signor Dott. Aldini ha già intrapresa una tale serie di esperimenti, alcuni de' quali mostran fin d' ora quella analogia, che ha immaginata il signor Galvani* ec.; mentre nel manoscritto si legge: = *Il signor Schiassi ha incominciato a farlo, il signor Aldini so, che vuole intraprendere una tale serie di esperimenti, e la fisica non potrà loro non essere tenuta* ec. Il paragrafo nello stampato finisce quasi subito, ed è susseguito dall'altro, che incomincia così: = *Ma che che sia della struttura e forma della macchina elettrica animale* ec. =; e in vece nel manoscritto vi è di mezzo tutto quello che

segue: = *Il signor Schiassi a quest' ora ne ha trovate alcune* (di nuove proprietà della boccia) *che qui brevemente esporrò;* questa esposizione, che abbiamo trovata in un quinternetto a parte, manca qui, poichè si va tosto a capo e si continua così: *Queste sono le scoperte fatte dal sig. Schiassi; ma molte altre ne spero sì da esso che dal signor Aldini. Ma quand' anche non giugnessero al bramato intento, a me sembra che questi industri Fisici coi loro tentativi abbiano almeno insegnate le vere tracce dello sperimentare, e del raziocinare su di questo punto: sembrandomi che non si debba perciò negare, che un lavoro sia opera della natura, perchè non è in tutto simile ad un lavoro fatto dall' arte; essendo ben chiara cosa, che l' arte deve bensì per quanto può imitare la natura, non aspettare di essere dalla natura imitata, e che il voler restringere la natura entro i confini dell' arte, è un volerla ridurre discepola e serva, di maestra e signora che ella è* =. Il passo dell' Opuscolo, che abbiamo messo a fronte del manoscritto, si legge alla pag. 80 del medesimo. Nella farragine de' MSS. scorgemmo tosto il prenominato quinternetto, essendo esso di pugno proprio del chiarissimo ed onorandis. signor Professore Can. Schiassi collega nostro. Ora trovasi esso al suo posto in questo fascicolo XI.° B, posto, che non pervenimmo a scoprire senza qualche fatica, mancando nelle Opere stampate del Galvani ogni indizio ad esso medesimo relativo.

Del resto nessuno tenga mica in non cale, e molto meno sprezzi i presenti tentativi del Galvani. Ei qui s' ingegnò di persuadere la realtà della sua *boccetta di Leiden animale,* come il Walsh, e il Cavendish, 20 anni prima, eransi sforzati di persuadere, che ciascuno de' numerosi tubetti o prismetti aponeurotici del doppio organo elettrico della Torpedine potesse riguardarsi quale una boccetta di Leida in carica; come il Nicholson in seguito tentò di far valere l' ipotesi, che ciascun paio delle numerose pellicole o lamine, che attraversano perpendicolarmente da un capo all' altro i medesimi tubetti, facesse l' uffizio di un piccolo elettroforo o condensatore; e finalmente come il Volta, più tardi ancora, mirò di far credere (con tutta la suppellettile delle ragioni proprie del suo genio, della sua facondia, e de' suoi lumi fisici, allora eminenti e abbaglianti più che mai per l' invenzione dell'ammirabile apparecchio elettromotore), che ciascuno degli stessi tubetti fosse una pila, e l' organo intero una vera batteria elettromotrice naturale. Queste tre ultime ipotesi sono *puramente fisiche;* mentre la prima, quella del Galvani, tanto in riguardo dell' elettricità

da Lui chiamata *animale*, o *muscolare* (V. Mem. quinta allo Spallanzani), e supposta degli animali tutti, quanto in riguardo dell' elettricità speciale degli animali così detti *elettrici*, è un' ipotesi *fisico-fisiologica*. Imperocchè, secondo questa, il cervello, e i nervi dell' animale (considerati poco o niente nelle altre ipotesi) disimpegnano i principalissimi officii, non perfetti e compiuti che durante la vita del medesimo, il primo di elaborare l' elettricità, i secondi di servire alla carica, e alla scarica degli organi elettrici, cioè, delle parti, nelle quali l' elettricità stessa viene accumulata, e tenuta in serbo. Conviene avvertire, che prima del Galvani un altro fisiologo, il celebre Giovanni Hunter, nel suo *Ragguaglio Anatomico della Torpedine* aveva messo avanti il *sospetto*, dallo Spallanzani appellato *grandioso*, che i nervi dati dalla natura all' organo elettrico di questo pesce, *straordinarii per grossezza e per numero*, fossero destinati *a formare, accumulare, e diriggere* il fluido elettrico (si può consultare un Opuscoletto di quello che distende il presente Rapporto, intitolato = *Relazione ragionata su i fatti e le cognizioni* ec. che *si possedevano* ec. sui *Pesci elettrici prima del Galvanismo* ec. =, prodotto anche nel *Bullettino delle Scien. Med.* di Bologna Ser. IIª, Vol. VIº, pag. 168, an. 1838). Quantunque questa ipotesi del Galvani riguardo alla torpedine la ceda, *sotto il rapporto fisico*, a quella del Volta, pure adesso sembra *sostanzialmente* la più verisimile, siccome è la più consentanea alla ragione fisiologica insieme e alla ragione fisica: le esperienze anatomico-fisiche sulla torpedine dello stesso Galvani (contenute nella quinta delle sue *Memorie allo Spallanzani*) per tanto tempo dimenticate!, confermate da esperienze analoghe de' nostri giorni, mettono la cosa fuor di quistione. Il Volta, che vagheggiò tanto la sua induzione dell' *organo-pila* della torpedine (bellissima, ma *puramente fisica*), nell'esercizio *speculativo* sull' elettricità di questo pesce, elucubrato nella sua Lettera del 15 Luglio 1805 al chiarissimo Professore Configliacchi, azzardò fino di dire (Coll. cit. T. 2.º P. 2.ª pag. 269): — *che dagli organi soli recisi, separati intieramente dalle altre parti dell' animale, spogliati d' ogni aderenza, nudi e mondi, Ei si aspettava, non solo le scosse, e gli stessi segni elettro-metrici come dal pesce intiero, intatto, e vivo, ma quelli e questi* PIU' MARCATI ANCORA, *mercè il solo semplice spediente di tener compressi tali* organi (*così sepati dall' animale, e messi al netto*) fra due lastre metalliche, applicatevi, dove prima erano applicate e aderenti la pelle del ventre, e la pelle della schiena dello stesso animale —. Ebbene una somigliante

totale astrazione dagli strumenti e dalle forze proprie della vita, agli occhi del fisiologo anche il meno severo è forse, è certamente assai più spropositata che non è, agli occhi del fisico il più rigoroso, l' idea della *boccetta di Leiden animale* del Galvani. Ciascuno dunque si lasciò trasportare dal suo sistema, modellato troppo sopra i proprii suoi studii: il fisico peccò in fisiologia, non meno che il fisiologo in fisica; ma questi errori non vanno neppur per ombra confusi con quelli dell' ignoranza, massime rispetto a uomini tanto benemeriti, e grandi ne' loro stessi vagamenti (V. n. (3)).

(6) Pag. 50. Nell'Opera - *Histoire du Galvanisme ec. par P. Sue aîné* -, l' Opuscolo non viene citato nè corrispondentemente alla parola — *Luigi Galvani* — della Tavola alf.ª e ragionata delle materie, nè corrispondentemente alla parola — *Galvanismo* —. Vi si trova da prima menzionato alla pag. 67 della parte I.ª, corrispondentemente al seguente articolo della predetta tavola: — *Aldini, ses ouvrages sur le galvanisme* —. Però da questa pagina non si rileva che realmente l' Opuscolo appartenga all' Aldini, poichè vi è riportato in mezzo a produzioni dell' Aldini, e del Galvani, a questo modo: — N. B. *Il faut joindre à ces différentes lettres sur l' électricité animale, 1.° l'ouvrage de J. Aldini ec., qui a paru in 4.°, en 1794, et qui a pour titre;* DE ANIMALI ELECTRICITATE ec.: 2.° *Un autre ouvrage, également in 4.°, qui a paru la même année à Bologne, et qui est intitulé;* DELL' USO E DELL' ATTIVITA' DELL' ARCO CONDUTTORE NELLE CONTRAZIONI DE' MUSCOLI, *168 pag., avec un Supplément de 23 pag.*: 3.° MEMORIE SULLA ELETTRICITA' ANIMALE DI LUIGI GALVANI ec. AL CELEBRE ABATE SPALLANZANI ec. —. Ma alla pagina 139 della stessa parte I.ª, dopo di avere in essa pagina e nella precedente accennate le contrazioni muscolari, che si eccitano per contatto di sole parti animali, l' Autore, dietro il Reinhold, aggiunge — *Humboldt dans son ouvrage,* ALDINI DANS CELUI INTITULÉ, DELL' USO E DELL' ATTIVITA' etc., *et Valli dans ses lettres, se sont montrés les partisans de cette découverte dûe d' abord à Galvani* ec. —. Poco soccorre che qui una tale scoperta si attribuisca al Galvani, quando il libro, in cui essa venne primamente alla luce, si è fatto d' un altro! Certamente nessuno ha mai posto in dubbio, che la scoperta medesima non appartenga al Galvani: i più, nel farne menzione, vi associano onorevolmente il nome di Lui (il Barone G. Cuvier però, alla pag. 27 dell'Op. e Tom. citati nella nota (4), dice: — *M. Aldini, dans ses expériences sur les animaux, a aussi remplacé l'arc metallique*

par des parties animales ou par des corps vivants —, senza nominare per niente il Galvani); ma Egli stesso, nelle Memorie allo Spallanzani, se ne vale da padrone!, e con ciò, per quanto nell' Opuscolo abbia cercato di serbare l'anonimo, non viene Egli stesso a palerarsi il padrone ancora dell' Opuscolo?

Ma eccettuate anche questa colle altre prove irrefragabili che abbiamo addotte della verità del nostro assunto, noi possiamo opporre all' Opera stampata del Sue, un' altra Opera parimenti stampata, e che uscì prima di quella. L' Opera, che porta per titolo = *Avvenimenti Politici, Ecclesiastici, Militari, e Civili della Città di Bologna, e suo Territorio, dall' ingresso delle vittoriose Truppe Austro-Russe, accaduto li* 30 *Giugno* 1799, *in appresso* =, pubblicata in Bologna in questo stesso anno 1799, per le stampe del Sassi, senza nome di Autore. Ciascuno vede, che tale Opera fu dettata in un tempo, in cui la memoria del Galvani, e delle cose sue doveva essere freschissima (il Galvani aveva cessato di vivere il 4 Dicembre 1798). Ebbene, nel Volume 2.°, ossia mese di Agosto di questa specie di Giornale, che ebbe brevissima vita, e appunto nella pagina 91, fino alla pagina 97, leggi un bell' Articolo biografico, il primo che sia uscito ad onorare la memoria di Luigi Galvani! L'articolo termina con un elenco delle Opere stampate del Galvani, il quale corrisponde a quello da noi dato in principio del Rapporto, se non che manca della produzione — *De ossibus* ec. —, e dell' altra — *De Manzoliniana supellectili* —. Ma ciò che a noi qui interessa assaissimo si è, che non solo l' Opuscolo e il Supplemento faccian parte di un tale elenco, ma che inoltre vi si incontri di seguito alla citazione di essi questo avvertimento: = *Nota che l' Autore a bella posta si tiene Anonimo per esaminare con più imparzialità il proprio sistema, e fors' anche per evitare la lode che glie ne veniva, essendo questo un eccellente Trattato* = (*idem. pag.* 96). Asserisce pure lo scrittore del Giornale, che lo stesso Galvani, nella *preziosa benevolenza* del quale egli era, aveva a lui confessato, che la scoperta dell' *Elettricità Animale eragli costata quattordici anni continui* (V. pag. 94 dell' Opusc., in nota). Niuno è che non vegga quanto simile asserzione sia confermata dai MSS. del Galvani. Se, cosa naturalissima, si suppone che questo soggetto cominciasse ad occuparlo fin da quando Egli imprese a trattare dell' *irritabilità halleriana, del moto muscolare nelle rane, e dell' azione dell' oppio nei nervi delle rane* (V. la lista di Dissert. recata sulla fine del §. 4), si dà appunto

il lasso de' 14 anni predetti per arrivare all'anno 1786, nel quale Ei fece la scoperta, cui credè quella dell' *Elettricità animale* (§. 11).

Vive anche per buona sorte quello dei due Compilatori dell' indicata Opera, al quale si va debitori dell' Articolo (il chiarissimo signor Segretario Francesco Tognetti), e ci compiaciamo di tributargli qui tutte le lodi che si meritò pel leale e franco omaggio che, sollecito, volle rendere all' illustre compatriotta. Che se l' Opera a cui lo affidava, e per la qualità del suo argomento, e perchè fu dannata dai tempi che le vennero addosso, poteva di leggieri sfuggire ai cultori dei nostri studii, anche il solo nome però del Galvani avrebbe sempre bastato per farla, appo loro, presto o tardi rivivere. Del resto, se nè pure alcuno fra di noi ha, fin qui, invocato un tale Articolo (*), chi potrebbe dolersi, che lo storico del Galvanismo, e i Fisici non vi abbiano atteso nel noverare le Opere del Galvani? Non si sa però comprendere una cosa, ed è questa. Se scorri l' Elogio storico di M.r Alibert di rincontro all' Articolo biografico in discorso, diresti che questi, nel comporre certi passi dello stupendo lavoro, abbia avuto sott'occhio l'Articolo: d' altra parte l' Autore di questo ci assicura di averne consegnata copia, richiestone, all' Aldini, per essere spedita, o recata da lui stesso, insieme ad altri materiali per l' Elogio, a quel celebre Professore Medico; e come dunque nel l' Elogio, in cui si ragiona sì egregiamente, ed estesamente di tutti i lavori scientifici del Galvani, si tace affatto dell' Opuscolo – *Dell' Arcoconduttore* – ? (a Bologna l' Opuscolo è comunemente nominato con questo titolo).

Dopo questa elucubrazione, e il tenore del passo da noi primamente rilevato nella Memoria dell' Aldini all' Ab. Amoretti (V. n. (1)), teniamo per fermo che tutti i fisici faranno dell' Opuscolo anonimo,

(*) *L' Articolo si trova citato in un altro Giornale, che usciva in Bologna intorno allo stesso tempo, col titolo* — Varietà Letterarie per l' Anno 1800 — (*V. Primo Trimestre, N.° 5, pag. 74, 75*). *Lo scrittore anonimo di questo manifesta da prima alcuna cosa che potrebbesi, secondo lui, rimproverare all' autore del Mese di Agosto del Libro* – Avvenimenti politici ec. –, – se, *così aggiunge lo scrittore istesso*, le Notizie che egli ci ha date degli ultimi momenti di vita, della morte, e degli scritti del celebre Professore Luigi Galvani non ci compensassero con usura di quel po' di noia *ec.* –.

non che delle esperienze già da noi segnalate, in esso comprese, onore intero al Galvani. Così siamo certi che il celebre signor Becquerel, il quale, nella sua Opera – *Traité Exp. de l' Élec. et du Magn.* –, non fa punto menzione di quell' Opuscolo, vorrà ritoccare parecchi luoghi della medesima, relativi appunto a queste tali esperienze: ci limiteremo a porne sott' occhio due. Il primo sarà quello in cui il chiarissimo Autore, a proposito della lotta insorta tra il Galvani e il Volta, dice: = *On crut un instant Galvani vainqueur quand il prouva,* AIDÉ DE SON NEVEU ALDINI, *que l' arc métallique n' était pas nécessaire pour exciter les contractions, puisqu' on les observait encore dans une grenouille nouvellement écorchée, en mettant en contact les muscles cruraux avec les nerfs lombaires* = (V. Tom. 1.° pag. 87). Non bisogna intendere, come parrebbe, che l' Aldini aiutasse il Galvani, o fosse a parte col Galvani in questa scoperta. In que' luoghi dell' Opuscolo, ne' quali vengono annunziate o discusse queste peregrine esperienze, non si vede citato il nome d' alcuno, mentre in altri luoghi, e riguardo ad altre esperienze s' incontrano i nomi di non pochi fisici e medici, e dell' Aldini stesso. Evidentemente poi l' Autore attribuisce *a se solo* le esperienze delle quali ragioniamo, allorchè, nel primo annunziarle, esprimesi così: = *A togliere dunque ogni dubbio ed anche ogni sospetto di ricercato artifizio* (per ottenere le contrazioni), *proporremo un altro sperimento*, ... QUALE A ME REPLICATAMENTE È RIUSCITO *nella scorsa estate* (*) *alla presenza di dotti Fisici* ec. = (Opusc. cit. pag. 84). Di questi dotti, che ebbero la sorte d' assistere a tali esperimenti del Galvani, ne vivono tutt' ora alcuni, la rispettabile autorità dei quali ci conferma pienamente su quanto andiamo discorrendo ancora intorno alla quistione, che ci siamo prefissi di esaurire da tutti i lati. L' altro luogo della medesima Opera del signor Becquerel, che questi vorrà emendare, a gloria del vero, è il seguente: = *L' application seule des nerfs sur les muscles, sans l' intermédiaire d' autres corps, produit des contractions. Cette expérience,* QUI A ÉTÉ CONÇUE PAR GALVANI ET EXÉCUTÉE PAR ALDINI, *se fait de la maniere suivante* ec. = (Op. cit. T. 4.° p. 228). L' esperienza fu CONCEPITA, ED ESEGUITA, E REPLICATA SVARIATAMENTE DAL GALVANI SOLO, avanti che l' Aldini, e altri imprendessero a trattarla. Questi però fu il primo, come si è veduto (V. n. (1)), a correre ed

(*) *Nell' estate dell' anno* 1793, *l' Opuscolo essendo uscito sul prnicipio del* 1794.

a far correre altri, intorno questo come intorno gli altri esperimenti galvanici, su le tracce dell' amorevole Zio. Così pure a lui si deve (e chi nol sa?) la rapidissima, e utilissima propagazione della capitale scoperta, un' enorme moltiplicazione, e una grande illustrazione degli esperimenti medesimi.

(7) pag. 57. Non spiacerà di scorrere qui sotto la serie dei Gradi, delle Cariche e Letture, che ebbe successivamente il Galvani tanto nell' Università, quanto nell' Istituto (*). Noi l' abbiamo stesa coi più autentici documenti, e ce ne siamo valuti per alcuni punti importanti del nostro lavoro.

NELL' UNIVERSITÀ

Venne decorato della *Laurea in Medicina* il 14 Luglio 1759, e della *Laurea in Filosofia* il giorno consecutivo. Era nato il 9 Settembre 1737.

Il 21 Giugno 1762 sostenne 20 *Tesi sulle Ossa*, nel pubblico Archiginnasio, data facoltà a qualunque di obbiettare: era un cimento indispensabile per ottenere una Lettura nell' Università.

Ebbe la *Lettura Onoraria* di Medicina il 28 Aprile 1763, e la *Stipendiaria* il 22 Giugno 1768. In quel primo anno fu pure ascritto al novero degli *Anatomici Ordinari*.

Nel tempo della lettura onoraria venne notato successivamente tra i *Lettori per le Operazioni Chirurgiche, per la Chirurgia* in genere, e *per la Teoria Anatomica*.

Nel carnovale del 1768 sostenne per la prima volta le *Lezioni di Anatomia disputabile nel pubblico Teatro Anatomico dell' Archiginnasio*. Altre tre volte disimpegnò pure con grande applauso questo scabroso arringo, cioè, negli anni 1772, 1780, e 1786.

Al tempo della lettura stipendiaria fu, nel primo anno, del numero de' *Lettori per la Pratica straordinaria di Medicina*, e venne,

(*) *È a sapersi che l'Università e l' Istituto erano, a que' tempi, due stabilimenti affatto distinti tra di loro, sia pe' diversi edifizi che loro davano ricetto, sia per la differenza degli studii e delle esercitazioni che in essi tenevansi o a cui erano dedicati. L'Istituto, per gli studii medici e matematici, poteva riguardarsi come una facoltà superiore delle Scienze.*

negli anni consecutivi, notato come *Aggiunto* a Gusmano Galeazzi *per l' Anatomia, coll' ostensione delle parti del corpo umano, in casa*.

Il 12 Dicembre 1775 successe al Galeazzi in questa *Lettura di Anatomia Pratica*, rinunziando però alla precedente Lettura *medica stipendiaria*.

La lettura di Anatomia Pratica venne tenuta da Lui, e disimpegnata da Lui solo quasi sino alla morte.

Il Collegio Medico lo aggregò a se, nel novero de' *sopranumerari, del* 1771, e in quello de' *numerari*, del 1773.

Venne pure aggregato al Collegio di Filosofia nel 1772, fra' *sopranumerari*, e nel 1780 fra i *numerari*.

Molte volte da che cominciò ad appartenere al Collegio Medico venne eletto *Protomedico*. Molte volte ancora fu eletto *Priore*, e *Consigliere al Priorato* dell' uno e dell' altro Collegio.

Gli Atti dell' uno e dell' altro Collegio, pei tempi che ne fu Priore, sono stesi tutti di sua mano, e leggonsi di un terso e semplice latino.

Nel 1791 passò dal novero degli *Anatomici Ordinari,* a quello degli *Anatomici Emeriti*.

NELL' ISTITUTO

Il Senato fece cadere la nomina di *Professore d' Anatomia dell' Istituto* in Luigi Galvani, annettendo a tale uffizio quello ancora di Custode della *Camera* (Gabinetto) *Anatomica dell' Istituto*, tenuto fino allora dal famoso Ercole Lelli: questo avvenne il 15 Marzo 1766. Il Galvani fu il primo Anatomico *professante* dell' Istituto.

In quello stesso giorno fu ascritto di diritto al novero dei Membri pensionati o Benedettini dell' Accademia dell' Istituto: vi apparteneva già, nella Classe de' Membri d' onore, fino dal 24 Gennaio 1765. Nello stesso anno 1766 lesse alla medesima la sua prima dissertazione d' obbligo, probabilmente quella – *De renibus atque ureteribus Volatilium* –.

Addì 26 Febbraio 1782 venne nominato Professore d' Ostetricia e Custode della Camera corrispondente, in successione a G. Ant. Galli, fatta prima rinuncia della Cattedra di Anatomia, nella quale gli fu successore il chiarissimo Dottor Carlo Mondini.

Questa seconda Cattedra nell' Istituto fu da Lui tenuta e disimpegnata quasi fino alla morte; avvenne questa a dì 4 Decembre 1798.

Oltre le prenotate Lezioni, in qualità di Professore dell' Università e dell' Istituto, dava il Galvani, in privato, de' Corsi di *Anatomia Patologica*, a' quali grosso stuolo di gioventù accorse sempre, specialmente negli ultimi anni della sua vita, ne' quali cercava di applicare al suggetto la teoria dell' elettricità animale.

(8) pag. 64. L' opinione prescelta dal Galvani in questo luogo è sostanzialmente quella medesima che un anno avanti aveva prodotta pubblicamente nel Commentario, senza che però in questo toccasse, come fa qui, *di un' altra sua opinione seguìta per lo addietro* (V. pag. 39 e 42 C. A.; p. 45 e 48 C. M.): però, nel Commentario, si fa ancora luogo al caso, quantunque non reputato probabile, *che i nervi possano esser vuoti interiormente*. E dove ritrovare indizii di quest' altra antica opinione del Galvani, toccata così di volo nel notato luogo? Inutilmente ne avevamo fatta ricerca ne' MSS. nostri. Ma l' esame conceduto ci di quelli appartenenti all' illustrissimo signor Dottore Mattioli (V. n. (*m*)) ci venne anche più gradito per questo, che, nei medesimi, incontrammo tosto ciò che da noi si ricercava. Di fatto, dai passi fedelmente desunti dalle *Lezioni pubbliche di Anatomia* del Galvani, che più basso riportiamo, ciascuno potrà riconoscere l' opinione in discorso, esposta con qualche latitudine maggiore che nello stesso luogo della Memoria del 1792, e vedrà così che il celebre Fisiologo l' aveva proposta, e presa a difendere fino dal tempo di cotali sue Lezioni. Intorno a che giova rammentare, che l' ultimo suo Corso di Anatomia *disputabile* accadde nel carnovale del 1786 (V. n. (7)), e che in tale tempo Ei non conosceva ancora le esperienze del vero Galvanismo (§. 11). Dietro le indagini più accurate sui 20 quinterni in foglio, comprendenti le predette Lezioni, noi possiamo assicurare, che questi scritti sono quelli che il Galvani compose fino dalla sua prima Anatomia del 1768 (V. n. (7)), postillati per altro, corretti, aumentati, in somma raffazzonati per ciascuna delle sue Anatomie consecutive sino all' ultima. Per lo che i medesimi scritti vanno riguardati come ricomposti nel 1786, o come di questo anno 1786, quantunque vi abbondino tratti degli anni precedenti 1780, 1772, 1768 (V. id.). I luoghi però de' medesimi, da' quali furono cavati

i seguenti passi, sono tra i meno intatti. Imperocchè vi si scorgono a occhio delle sostituzioni di periodi interi, e fino una di una pagina. Giova pure che tutti sappiano ciò che qui in Bologna è notorio, che le così dette *Lezioni pubbliche di Anatomia* potevan dirsi piuttosto — *Esercitazioni di Fisiologia-Anatomica* —; che, in ciascuna delle medesime (erano sedici circa di numero), fuori della prima e ultima, dopo la lettura dello scritto si faceva luogo alla disputa, nel corso della quale l' arringatore aveva campo, anzi bisogno di svolgere, e di appoggiare con ogni maniera d' argomenti quelle tesi, che erano sì distintamente poste e dichiarate negli scritti, ma non già dimostrate. Onde da quel poco che si rinviene intorno all' elettricità animale nelle suddette Lezioni del Galvani (che è specialmente quello che ne abbiamo estratto, a fregio della presente nota), fa d' uopo arguire quel molto, che l' acuto e facondo oratore avrà aggiunto nel calore della disputa. Finalmente non vogliamo tacere, che i chiarissimi colleghi nostri signor Professore Dottor Luigi Pistorini, signor Professore Canonico Filippo Schiassi, venerandi per alta dottrina ed età, ci fanno ampia fede, che il Galvani in quest' ultima Anatomia del 1786, alla quale assistettero, mise effettivamente in campo per la prima volta, con grande applauso, le sue esperienze elettro-fisiologiche; che con queste favoreggiò il suo sistema sull' *elettricità degli spiriti animali*, o sul *fluido nerveo-elettrico*, dopo avere riprodotte in difesa del medesimo quelle ragioni, e induzioni fisiologico-anatomiche per le quali il sistema stesso era già venuto in grido nelle sue precedenti Anatomie. Il primo poi de' nominati soggetti, che, anche per la qualità de' suoi studii, seguiva allora continuamente il Galvani, conferma questa sua testimonianza colla memoria che serba dell' Anatomia dell' anno 1780, nel quale ei stava già per prendere la laurea. Tutto ciò è conforme a quanto asserì il Galvani stesso, in quel luogo del Commentario che abbiamo prodotto nella nota (*l*) del §. 15, e il nipote di Lui Giovanni Aldini, nel seguente passo della sua Dissertazione più volte citata – *De animalis elect. theor. ortu* ec.: = *Memini ego quoque avunculum meum in nostro Anatomico theatro semel et iterum electrici fluidi potestatem in muscularibus motibus edendis sic propugnasse, ut videretur jam vel eo tempore (quasi divinaret id quod evenit) in illud eniti, ut sibi gratissima hypothesis ad probatam thesim revocaretur* = (V. Dissert. cit. pag. XXIV). Ma veniamo finalmente ai prenunziati passi, a' quali non abbiamo aggiunto di nostro, che alcune postille in prova o confermazione di

qualche punto del Rapporto. Ciascuno ammirerà l' acutezza, e la previsione addimostrate dall' Autore in parecchi tratti de' medesimi, in quelli specialmente da noi segnati in carattere distinto.

ALCUNI PASSI ESTRATTI DALLE LEZIONI PUBBLICHE D' ANATOMIA DEL CEL. GALVANI

– *Lectio Secunda – De Musculis* –

In conformità di un primo suo pensamento intorno alle cause cui debbono i muscoli la loro proprietà di movimento, così si esprime. = *Vehuntur autem a nervis* spiritus, *qui muscularibus fibris vim, ac robur impertiuntur, servantque; unde, iis nimio labore dispersis, defatigati languescimus* =.

E dopo di avere parlato de' considerevoli sforzi di cui sono capaci i muscoli, e della maravigliosa prontezza con che si eseguiscono i loro movimenti, aggiugne .....

= *Haec, quoad magnitudinem, celeritatem, agendique rationem muscularis vis, natura nobis patefecit; cui vero subjecto haec ipsa vis inhaereat, cui principio sit adscribenda, quibus legibus obstringatur, aut sibi omnino eadem natura reservavit*, aut aliis dumtaxat vel laboribus, ac periculis susceptis, vel casu, aut fortuna aperire nobis decrevisse videtur (*).

Quae enim hactenus nobis innotuerunt vix, ac ne vix quidem satis esse videntur, quae nos in aliquam, non omnino forte inanem, de quaesita re suspicionem, conjecturamque adducant. Hanc paucis vobis, Optimi Adolescentes, exponemus, nonnullis primo animadversis proprietatibus, quibus polleat necesse est principium illud, quodcumque demum fuerit, a quo muscularis motus emanat.

Sunt autem hae proprietates summa tenuitas, velocitas, vis; facultas deinde, qua particulas fibras musculares componentes momento

(*) *Da questo singolarissimo* presentimento *del cel. Autore*, in tanta vicinanza del tempo della sua precipua scoperta, *si pensi un poco con quale trasporto avrà Egli afferrato quel fatto capitale, che, a suo credere*, gli aveva messa tra le mani l'elettricità animale! (*V. p.* 42. *C. A; p.* 48. *C. M.*).

temporis, et animi nutu ad invicem adducat, et ab invicem dimoveat; intra nervos praeterea ejusdem principii coertio; reparatio, ac nova veluti ejusdem spontanea, sive coagmentatio, sive evolutio, sive diffusio; ipsius ratio haud exigua cum atmosphera variisque ejus, et summis, et repentinis mutationibus; propagatio motus per integrum nervum momento ferme temporis, per devinctum, aut sectum nulla; actio interdum per solum nervorum contactum, et affrictum, fere semper autem per eorumdem stimulum; nulla vero, aut numquam tanta, si iisdem aut fortiores stimuli musculis admoveantur; actio item in nervis excitata per motum mechanicum in corporibus dumtaxat adjacentibus productum; actio demum, eaque satis vehemens, a minimo electricitatis IN NERVOS influxu, et impulsu, eo scilicet, quem non modo vix, ac ne vix quidem sensibilis artificialis electricitas inferre potest, sed quem vel unus, AC FERE INSENSIBILIS, AC MINIMUS ATMOSPHERAE ELECTRICAE RADIUS AB ELECTRICA SCINTILLA COMMOTUS POTEST INDUCERE: hic enim tam levis, ac minimus impulsus iisdem nervis ad distantiam centum, et ultra pedum communicatus valet ad contractionem musculos excitare. *Hujusmodi scilicet, atque alias proprietates eo principio inhaerere debere, a quo musculares motus proficiscuntur, cum* NOVA INSTITUTA PERICULA (*), *tum sedula eorum, quae in musculari motu contingunt, phoenomenorum animadversio, penitus declarant.*

Quibus perpensis, haud inanem forte opinionem ille in medium afferret, qui muscularem vim et FLUIDO NERVEO *insidere suspicietur,* ILLUDQUE EX ELECTRICO FLUIDO CONSTARE, AT NON SOLO, SED TENUISSIMO FORTE *vapori* (vedesi corretto con—AQUEO ANIMALI PRINCIPIO—) IN CEREBRO SECRETO, ET PER NERVOS FLUENTI, ITA CONJUNCTO, ET COMMIXTO, UT QUASDAM SIBI PROPRIAS FACULTATES RETINEAT, ALIAS AMMITTAT, NOVAS VELUTI INDUCAT. *At haec dum proponimus, ea quidem afferre intelligimus, quae neque obscuritate, neque gravissimis difficultatibus carent,* QUAEQUE PARUM AB IIS RECEDERE VIDENTUR, QUAE ALIAS EX HOC IPSO LOCO ATTULIMUS (**).

(*) *È certo che queste esperienze, che il Galvani chiama* NUOVE, *sono quelle delle contrazioni degli animali per opera dell' elettricità ordinaria: dunque nell' Anatomia del* 1780 *Ei non aveva parlato di simili effetti elettro-fisiologici, altrimenti, in questa del* 1786, *non avrebbe chiámate* NUOVE *le relative esperienze; dunque (puossi anche concludere) al tempo di quella Anatomia, Ei non conosceva ancora tali esperienze* (*V.* §. 4).

(**) *Dunque il Galvani, anche nelle sue Anatomie che precedettero*

Verum in tanta rerum difficultate, tantisque dubitationibus, et errandi periculis, haec una reliqua nobis esse spes videbatur, ut quoniam nonnullorum ex his Sapientissimis Patribus judicio maxime, et auctoritate A PRIMA ILLA NOSTRA SENTENTIA DEFLEXIMUS, ET IN HANC DESCENDIMUS, *nullo equidem aut inventionis, aut novitatis amore ducti, ita et verisimiliora ea viderentur, quae nunc proponimus, et forent nostris Auditoribus utilia magis, et accepta* =.

— *Lectio decimaquarta* — *De Cerebro* —

= *Secto cerebro, duplex ejus substantia apparet, exterior flavo-cinerea durior corticalis, interior altera albidior, mollior, quae medullaris dicitur. Utriusque substantiae intima textura obscura, atque abdita est; illa tamen ex innumeris vasculis composita videtur, per quorum alia fluit sanguis, per alia vapor, seu alitus (aqueae forte indolis) tantae tenuitatis secernitur, ut sensus omnes effugiat; unde spiritum non sine causa eumdem appellare Anatomici consueverunt.*

Cum vero tanta copia, per tam minima vasa, sanguis et tenuissimis oleosis volatilibus particulis onustus feratur, illud forte contingit, UT AFFRICTU, quem patitur contra parietes eorumdem minimorum vasorum, ELECTRICUM LATENS IN IISDEM OLEOSIS PARTICULIS FLUIDUM EVOLVATUR, ATQUE PURO, ET SECRETO AQUEO TENUISSIMO VAPORI, CUM PROPRIO INGENIO, TUM PECULIARIBUS ORGANICAE CEREBRI STRUCTURAE VIRIBUS MISCEATUR, UNIATURQUE, ATQUE ILLUD DEMUM FLUIDI GENUS EFFICIAT, QUOD CONQUISITAM SPIRITUUM ANIMALIUM NATURAM, VEL CONSTITUERE, VEL EIDEM FORTE ACCEDERE VIDEATUR; nisi forte idem electricum fluidum et a medullari nervea oleosa substantia, a praeterfluente per ejusdem vasa sanguine extricari, aliqua etiam copia valeat, secretoque vapori uniri, quo et uberior, et perennior tantae actuositatis, et utilitatis fluidi secretio, et copia evadat.

questa del 1786, *anche avanti delle prime sue osservazioni sulle contrazioni musculari prodotte dall' elettricità, aveva non soltanto toccato di elettricità del fluido nerveo, o di un' elettricità animale, ma di più proposta intorno a ciò una sentenza* poco diversa *da quella, che leggiamo nel presente scritto di Lui. Tanto è vero, che, al primo vedere la rana convellersi per l' estrazione della scintilla ec., Egli era già fissamente preoccupato di un' elettricità animale!* (*V.* §. 6, *e n.*(*e*)); *V. anche Alibert El. cit. pag.* 37 *e nota* (17)).

Medullaris autem substantia e minimis tenuissimis vasculis, materia maxime oleosa conflatis, cum dictis secretoriis vasis comunicantibus componi videtur, in quibus HUJUSMODI FLUIDUM CONTINERI, ET EXCURRERE, ET IN VIBRATIONES VELUTI, AC TREMORES AGI POSSIT = ...

E dopo d'aver parlato de' vasi sanguiferi del cervello, aggiugne . . . . = *Sed ad actuosum ac mirabile fluidum in cerebro secretum, et elaboratum orationem tandem nostram iterum convertamus.*

Illud est praeclarum hujus fluidi munus, ut sit primum velut agens animae. Hinc modo animae jussu, musculorum contractionem excitando, partes, ac membra in motu ponit, modo defert ad cerebrum impressiones in sensoriis factas, ut in eo vestigia quaedam imprimantur, quibus animus, verisimiliter in cerebro residens, imagines objectorum praesentium percipiat, easque etiam revocare ad se queat, dum absint objecta. In prima illa actione imaginatio, in altera memoria consistit: qua autem ratione ab uberiori hujus fluidi copia, et affluxu, animi imperio ad musculos delato, muscularis motus perficiatur, jam attigimus; superest modo ut nonnulla de sensationibus afferamus.

Ut autem hae habeantur illud potissimum requiritur, ut quae ab objectis externis in sensorio excitatur commotio, illa ad cerebrum usque propagetur, unde mutatio quaedam in minimis ejus fibris contingat, a qua de objecti praesentia residens veluti in cerebro animus commoneatur.

Si itaque conjecturis locus concedendus sit, conjicere forte licebit, vel affrictus quamdam speciem in nervorum extremitate sensorium componente fieri, qua major electrici fluidi copia excitetur, cumuleturque in nervea extremitate, quae ad sensorium, quam in ea, quae ad cerebrum pertinet, UNDE PROMPTUS, ET IMMEDIATUS PER AEQUILIBRII LEGEM FLUIDI AQUEO-ELECTRICI AD CEREBRUM EXCURSUS, *et peculiaris in eodem exiguissima quidem immutatio, atque inde* respondens sensatio contingat; *vel ab iisdem. objectis conjicere forte quis posset certum quemdam tremulum veluti, ac vibratorium motum in eodem fluido excitari, non secus ac levi, vel aeris, vel fluidl electrici, aut alterius fluidi, sive tenuissimi solidi corporis, minimo appulsu, electrica phosphorica lux in similem motum adigatur. Qui porro fluidi nervei motus summa celeritate, ut in praedicta luce contingit, propagatus ad cerebrum momento ferme temporis traducatur, et minimam illam, et incomprehensibilem mutationem in eodem inducat, cui sensatio respondeat* = .

Sono questi i principali tratti risguardanti un' elettricità animale, che si riscontrano nelle Lezioni pubbliche di Anatomia del Galvani. Ma Egli era occupato talmente da questo subietto, che non ommise di toccarlo pure nella prima e nell' ultima delle Lezioni medesime. Di fatto in un luogo di quella mostrasi proclive ad attribuire all' elettrico un' influenza sulla fluidità del sangue, e sulle contrazioni del cuore o sulla circolazione. Sul bel principio poi dell' ultima, nell' intrattenersi alquanto a discorrere sulla morte e sulla putrefazione che ne sussegue, tra l' altre interrogazioni fa questa: = *Ubi* (adest) *nobilissimum illud electricum fluidum, cui motus, cui sensationes, cui sanguinis excursus,* CUI VITA TANDEM IPSA CONCREDITA ESSE VIDEATUR? =. E consecutivamente, dopo avere espresso, che sull' animale morto ed anche passato a corruzione i Chimici applicano fruttuosamente le loro osservazioni e il loro studio, aggiugne: = *nisi in eo forte nobis Chimici concedant, quod putrefactionis quidem causam suis principiis assignare valeant, mortis tamen, quae putrefactionem praecedit, non valeant, quod Anatomicorum maxime proprium est, qui* CUM CESSANTE SANGUINIS CIRCULO, EJUSQUE IN CEREBRO ET NERVIS AFFRICTU, QUO ELECTRICUM FLUIDUM EXCITATUR, *mortem contingere videant: ii si forte a cohibita non modo, sed penitus deficiente fluidi electrici virtute mortem esse repetendam nobiscum suspicientur, quis iis facile non ignoscat, qui, sin minus veram, at verisimilem quidem certe causam afferant a noto, ac patenti fluido pendentem!* =.

ELOGIO

DEL CELEBRE PROFESSORE

LUIGI GALVANI

COMPOSTO DAL CH. SIGNOR PROFESSORE

GIUSEPPE VENTUROLI

E DA ESSO RECITATO NELL' ACCADEMIA PUBBLICA

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

del 24 Maggio 1802.

ELOGIO

Mentre le Scuole più illustri, e le più fiorenti Accademie d' Europa s' affaticano nel rintracciare la natura e le leggi dell' Elettricità Galvanica; mentre l' Istituto Nazionale di Francia ne forma l' oggetto delle sue cure, e d' insigni premii corona quel celebre Fisico, che tanto si segnalò nell' illustrarla: noi piangiamo tutt' ora, Accademici valorosissimi, la perdita di quell' uomo singolare, che segnò i primi passi in questa memorabil carriera. Partecipi e cooperatori delle sue immortali scoperte, a noi soprattutti appartiene conservarne ed onorarne la memoria. Permettete, che rendendomi interprete de' comuni sentimenti io sparga di pochi fiori l' onorata sua tomba. So che non potrò soddisfare al desiderio Vostro, nè al mio: ma piacciavi rammentare, che le lodi degli uomini grandi, chiare abbastanza del nativo loro splendore, non abbisognano dei lumi e degli ornamenti dell' eloquenza.

Luigi Galvani nato in Bologna del 1737 entrò di buon' ora nel sentier delle scienze. Mostrò ben tosto le più felici disposizioni, e pose la più sollecita cura nel coltivarle. Ebbe a maestri i più rinomati professori di questa Università, Beccari, Galli, Galeazzi, e di tutti meritò la stima e la benevolenza. Le lusinghe dell' ozio e de' piaceri nol traviaron

giammai. L'amore, usato inciampo della giovenile carriera, a lui per rara e singolare ventura servì anzi d' incitamento e di stimolo alla virtù. Bramò in isposa l' unica figlia del suo maestro Galeazzi; degno si mostrò d' ottenerla, e il vecchio professore tanto del suo ingegno e della sua indole si compiacque, che presso di sè l' accolse, e lo volle a parte de' suoi studii e delle sue fortune.

Il suo merito non restò lungamente inonorato. A que' tempi felici la giovanile industria d' onori e di premii, tenui bensì, ma pur sicuri e solleciti, era frequentemente incoraggiata. Quindi egli ottenne assai presto la doppia Cattedra Anatomica e nell' Università e nell' Istituto. In pari tempo questa Accademia madre e raccoglitrice de' più chiari ingegni lo ricevè nel suo seno, e divenne bentosto il teatro della sua gloria.

Segnò il primo ingresso nell' Accademia, essendo tuttavia assai giovane, con una Memoria sui reni e gli uretéri de' volatili, della quale avrebbe potuto onorarsi qualunque più esercitato Anatomico. Rivolse appresso i suoi studii all' organo dell' udito de' medesimi, e per più anni in seguito v' affaticò. Ma mentre egli indugia a pubblicar le sue osservazioni, sollecito di moltiplicarle e di estenderle a nuova ampiezza, ecco che il celebre Antonio Scarpa dà in luce le Osservazioni Anatomiche sulla finestra rotonda e sul timpano secondario, fra le quali eran molte, che aveva Galvani già da gran tempo comunicate all' Accademia. Fu questi più lieto che l' autorità d' un tanto Uomo confermate avesse le sue scoperte, che malcontento d' esserne stato prevenuto nel pubblicarle. Altri avrebbe forse voluto colla pubblicazione de' registri accademici far prova della loro anteriorità. Galvani più della verità, che della gloria letteraria sollecito, le abbandonò di buon grado, e quelle sole pubblicò che avean potuto sottrarsi alla diligenza dello Scarpa.

Io trascorro rapidamente questi Anatomici Lavori del nostro

Galvani, impaziente di venire a quelli, a' quali egli deve la sua precipua celebrità. Quantunque di questi pure se io lungamente parlassi, farei torto alla celebrità loro medesima, che ne ha universalmente divolgata la notizia. Niuno è che non sappia, come dalla contrazione casualmente avvertita in una rana tocca nel nervo crurale da punta di ferro, mentre da una vicina macchina elettrica si traea la scintilla, fosse di passo in passo condotto Galvani al bellissimo e maraviglioso fenomeno delle contrazioni che si svegliano allorchè un arco conduttore da una parte ai nervi si appressa, dall' altra ai muscoli. Ravvisò la cagione eccitatrice di queste contrazioni in un trasporto di disequilibrata elettricità. Questa verità fisica è da lui stabilita con tanta varietà e ricchezza dirò così di prove e di sperimenti, con sì minuto esame di tutte le circostanze che vi hanno parte, con sì accurata misura dell' influenza ed attività di ciascuna d' esse, che questo solo lavoro basta ad assicurargli la lode di sommo ed abilissimo sperimentatore.

L' umano intelletto, irrequieto ricercatore della natura, allorchè il caso o l' industria gli presenta nuove ed inaspettate apparenze, non sa appagarsi, se non gli riesca di ricondurle a qualche generale principio, col quale si connettano, e ne discendano naturalmente. Quindi le fisiche ipotesi, alle quali troppo frettolosamente talvolta si accorda il nome specioso di teorie e di sistemi. Se ad alcuno potea concedersi d' avventurare su gli osservati fenomeni una nuova ipotesi, era certamente a Galvani, che sì lunga serie di fatti, l' un coll' altro intrecciati, avea con tanta fatica e tanto studio fatta palese. Sorpreso della somiglianza che scorse tra i fenomeni della contrazion muscolare, e quelli della boccia di Leida, non potè tenersi dal ravvisare nel sistema formato dal muscolo e dal nervo, che a lui si dirama, un' accumulazione di elettricità analoga a quella che nella boccia di Leida si manifesta. Quegli stessi fisici che, per fatti posteriormente scoperti, han

creduto dover abbandonare questa ipotesi, non le negheranno la lode di semplicità, d' ingegno e di perfetta corrispondenza coi fenomeni fino a quell' epoca conosciuti. E chi potrebbe in un' ipotesi, che come tale si propone e s' annunzia, bramar più oltre? Ne accrescono il pregio le utili applicazioni ch' ei seppe farne alla patologia; le sottili conghietture sulle cagioni e i rimedii dell' epilessia, della paralisi e d' altri effetti nervosi; sull' influenza che esercita nella macchina animale sana ed inferma l' elettricità artificiale, e l' atmosferica. Quanto nella parte sperimentale del suo lavoro si distingue la precisione, la destrezza, la diligenza, altrettanto nella parte conghietturale s' ammira lo sforzo d' un finissimo ingegno e d' una rara sagacità.

Non sì tosto la scoperta di Galvani fu pubblica, appena può credersi quanto ardore e quanti studii svegliasse tra i fisici e fisiologi più illustri per tutta Europa. Altri a verificare si volsero e a moltiplicare le sue sperienze, altri a modificarne in varie guise la teoria. Agli uni e agli altri di gran lunga soprastette il celebre Alessandro Volta, nè volle che la nostra Italia, che il primo germe avea schiuso di questo ramo di Fisica, cedesse alle altre Nazioni la cura di coltivarlo. Molti de' suoi esperimenti non troppo bene risposero all' ipotesi di Galvani. Perciò convenendo in tutto il resto, gli fu forza di dissentirne nell' assegnar la sorgente dell' elettricità produttrice di sì stupendi fenomeni. Galvani la ravvisava nell' organica struttura dell' animale, Volta ne' metalli che l' arco formano e le armature.

Quest' incontro eccitò a nuove ricerche l' istancabile attività di Galvani. Reiterò ed estese ad infinita moltiplicità i tentativi, escluse l' influenza delle armature, e l' eterogeneità dei metalli, tentò d' escluder persino l' influenza d' un metallo qualsiasi. Mai non apparve più chiaramente la sottigliezza e la maravigliosa fecondità del suo genio. Nè però, dopo tanti

sforzi di questa lotta ingegnosa, abbastanza ancora appariva la verità. La pubblica opinione errò lungamente indecisa tra quelle de' due dotti antagonisti, parendo ciascun di loro più felice nel combattere la contraria teoria, che nel sostenere la propria. Queste apparenti anomalie troppo spesso accompagnano i principii e l' infanzia, dirò così, delle più belle scoperte: la penosa incertezza, nella quale esse tengono lo spirito, fa raddoppiare gli sforzi, e dal contrasto delle opinioni emerge finalmente la verità.

La scoperta di Galvani sì largamente si estende ed ha relazioni sì varie, che non era dato ad un uomo solo tutta comprenderne e misurarne l' ampiezza. E chi vorrà maravigliarsene, se dopo tanti sforzi e tanta assiduità di ricerche, i primi genii d' Europa quanto più inoltrano nel cammino, tanto più lungi si veggono fuggire la meta? Molto invero dobbiamo al raro ingegno e alle fatiche di Volta. Egli ci fe veder chiaramente l' elettricità disequilibrata nel contatto de' metalli, egli seppe accumularla e renderla sensibile per mezzo del più ingegnoso apparecchio, egli ci fe conoscere l' azione del Galvanismo sulla vista e sul gusto, egli pose fuor di dubbio l' identità, qualche tempo contrastata, tra il fluido elettrico e il galvanico. Parea che poco più oltre restar potesse a scoprire; quand' ecco la decomposizione dell' acqua pel Galvanismo, le dissoluzioni e precipitazioni de' metalli, la decomposizione degli acidi e de' solfuri, l' incandescenza e l' infiammazione del ferro aprono d' improvviso a nuove ricerche un campo tuttor più vasto. Già i fisici lo precorron coll' animo, e la rapidità de' progressi fatti nel volgere di pochi anni, e la nobil gara, colla quale le più colte Nazioni promuovono questo genere di studii, ci assicura che non tarderanno a percorrerlo. I fenomeni della chimica, della fisica animale, dell' elettricità, dal mutuo ravvicinamento un nuovo ed inaspettato lume acquisteranno; e molta parte si leverà

di quel velo, di cui natura gli avvolse. Rivolgendo allora i Fisici un guardo sul percorso cammino, si compiaceranno nel risalire al principio di sì splendidi avanzamenti, nè potrà mai venir meno la stima loro e la gratitudine per chi accennò ai loro passi lo sconosciuto sentiero, e a sì sublime meta li scorse.

Le cure che il nostro Galvani consacrò all' istruzione e al sollievo dell' umanità, se non hanno eguale diritto alla ricordanza de' posteri, non lo hanno minore alla nostra riconoscenza. Esercitò finchè visse la Clinica e la Chirurgia Ostetricia con pari zelo e disinteresse. Adempiè nobilmente i doveri di Professore. Sostenne più volte il solenne Corso d' Anatomia con decoro ed applauso. Le lezioni poi ordinarie e perpetue, alle quali lo obbligava la doppia sua Cattedra, così si distinguevano per la chiarezza, per la precisione, pel metodo, che pochi erano i Professori che fossero più volontieri ascoltati. Distratto da tante cure reca stupore come ei potesse applicarsi con tanta diligenza a sì nuove e sì difficili ricerche, e ciò solo ne può far fede della sua incredibile attività.

Ma d' ammirazione ancor maggiore è degna la modestia, che accompagnò ed accrebbe ornamento a tanti meriti. Quantunque non disprezzasse la gloria, solo compenso di sì lunghe fatiche, non s' abbassò però mai ad alcuno di que' piccoli artificii, de' quali i mediocri talenti s' aiutano per procacciarla. Alla freddezza e al disprezzo, col quale furono da taluno ricevute le sue prime scoperte, non rispose che collo studio perpetuo di perfezionarle.

Avea il volto non meno che l' animo composto ad una somma decenza e gravità. Quantunque nella società assai ritenuto e circospetto, era però ben lontano da quella fredda apatia, che il lungo abito dello studio talvolta fa contrarre, e della quale altri loda, altri riprende i Filosofi.

Fu sommamente religioso, e la sua pietà vestendo il carattere del suo cuore non era meno affettuosa e sensibile, che intrepida e coraggiosa. Chiamato a proferire il giuramento civico, formola intrecciata d' ambigue parole, non credette dovere in un' occasione sì grave permettersi che l' espressione chiara e precisa de' suoi sentimenti pieni d' onestà e di rettitudine. Non concedendosi da chi ricevea il giuramento veruna dichiarazione della prescritta formola, ricusò costantemente di proferirla. Non è a domandare se pensasse, o no giustamente; egli seguì la voce della coscienza, prima norma di tutti i doveri, e certamente sarebbe stato delitto il deviarne. Ci è rincrescevole l' annunziare, che quest' Uomo grande, spogliato delle sue cariche, videsi esposto, per un istante, a finire i suoi giorni privo di quelle ricompense medesime, alle quali i passati servigi davangli sì giusto diritto, e delle agiatezze cui la sua labile salute più ancora che la età rendea necessarie. Ma ben ci è grato il rammemorare la nobil fermezza colla quale egli sostenne colpo sì grave. Il suo coraggio tanto più s' ammirò, quanto meno parve affettato. Non ostentò fierezza, non s' abbassò alle querele, e serbò imperturbabile nell' avversa fortuna quel modesto e dignitoso contegno, che avea tenuto in mezzo alla prosperità ed alla gloria.

Il Governo riconobbe la durezza del decreto, volle ripararla, ma troppo tardi (1). Già la salute di Galvani, indebolita

(1) Secondo i documenti di que' tempi, il Professore Luigi Galvani decadde dalle sue Cariche nell' Università e nell' Istituto, pel non prestato giuramento, *al principio di Fiorile Anno VI.°*, cioè intorno il 20 Aprile 1798. Ma per le premure di molti concittadini, e particolarmente del Professore Giovanni Aldini, nipote di Lui, quel Governo volle poscia riputare *Professori Emeriti giubilati* non meno il Galvani medesimo, che il rinomatiss. medico Prof. Gaetano Uttini, altro de' non giurati. Il nostro Galvani però non potè godere il frutto di quelle premure e dei riguardi avuti al suo nome, poichè morte

per assidue fatiche, avea dalla sua medesima sensibilità ricevuti i colpi più forti. La perdita d' una consorte, ch' Egli adorava, lo sparse d' inconsolabile tristezza: le lagrime che versava sovente sul suo sepolcro davano qualche sfogo al dolore, ma la piaga era troppo profonda per ammetter sollievo. Sull' ultimo di sua vita la perdita d' un fratello e di due giovani nipoti raddoppiarono le scosse al suo cuore troppo sensibile, ed affrettarono il suo termine. Egli lo vide appressare senza ribrezzo, e ritenne fino agli estremi momenti quella costanza e quella tranquillità, che la filosofia inspira e la religione avvalora. Morì nell' anno 1798, sessantunesimo di sua età. Se il sepolcro non fu fregiato di marmi e iscrizioni, la memoria delle sue scoperte gli assicura un monumento assai più durevole (2).

lo rapì il giorno 4 Dicembre 1798; e non apparisce che il relativo decreto di riparazione avesse pieno effetto, rispettivamente all' accordato *trattamento*, prima del Gennaro consecutivo: di certo il Professore Uttini cominciò a fruirne soltanto in quest' ultimo mese.

(*Nota del prof. S. Gherardi*)

(2) La spoglia mortale del Galvani fu posta nella tomba istessa, che Egli otto anni prima aveva procurata a quella della dilettissima consorte Lucia nell' interno Claustro delle pie Monache del CORPUS DOMINI, dette *della* SANTA. Si osservò così puntualmente la sua ultima volontà. Ma all' iscrizione della pietra sepolcrale da esso medesimo dedicata alla sposa, non pure una linea si aggiunse a rammemorare di quale altra salma quella fossa avesse fatto acquisto! Per altro il Galvani non tardò guari ad avere in Patria tributi di onore degni di Lui e di questa, tutto che largiti da due soli concittadini.

Sull' incominciare dell' Anno 1804 una cospicua medaglia battuta in argento ed in rame (del diametro di 68 millimetri), mostrante da una parte l' effigie del Galvani e dall' altra la figura di un Genio, in alcune, in altre una decorosa Iscrizione, veniva diffusa da Bologna per tutta Europa. Le principali Accademie scientifiche, i Sovrani più noti per la protezione accordata a' nostri studii, un' eletta

Io ben m' accorgo, Acc. val., d' avere inasprito il vostro dolore, e ritrattata una piaga tuttor recente. Ma questo affettuoso sentimento, spontaneo negli animi vostri già si sarebbe svegliato, allorchè ne rammenterà le scoperte il suo egregio Nipote, che ne siegue l' orme gloriose con tanto zelo ed ardore. Pur troppo la morte nel volger di pochi anni ci ha di tante perdite amareggiati, che pochi sono fra noi che non ne risveglino qualche luttuosa rimembranza. E già l' altro Accademico che s' appresta a parlare, non potrà non rinovarvi l' onorata memoria di Floriano Malvezzi, uomo d' antica integrità, di copiosa dottrina, e tanto amante e benemerito dell' Istituto quant' altri mai. Ed io stesso, che ora vi parlo, qual recente ed acerbissima perdita non debbo mio

di dotti d' ogni paese la ricevevano in dono e ne rendevano distintissime grazie al donatore signor Avvocato Luigi Salina, nome caro alle Lettere, onore del Foro, di singolare prudenza, ora Cavaliere, Conte, Presidente di questo Pontificio Tribunale di Appello e del Collegio Legale dell' Università, a que' tempi Luogotenente di Prefettura del Dipartimento del Reno, Membro Oratore del Corpo Legislativo in Milano; il quale Uomo fino dal 1801 avea allogati i conii per la medaglia ad un Tommaso Mercandetti, chiaro Artista romano che trovavasi in Bologna, e in Bologna dava tosto mano al lavorìo, che in Roma compì. Sfortunatamente il conio del primo rovescio della medaglia, quello dal genio, si guastò dopo pochi colpi del torchio; il Salina però commise subito l' altro dall' iscrizione, onde la distribuzione della medesima non venisse più lungamente ritardata. Il disegno della medaglia fu del Fancelli, egregio pittore; i modelli pel busto e pel genio furono opera del Professore De Maria, rinomatissimo Scultore; la predetta iscrizione poi venne dettata dal ch. Ab. Giovenazzi romano, mentre quelle che leggonsi nel rovescio dal genio si debbono al cel. Professore Schiassi nostro.

Ma sulla fine del 1814 si murava al Galvani il sontuoso Monumento d'onore che si ammira tra quelli di F. M. Zanotti, del Monti, della Bassi, e della Tambroni nella Loggia superiore dell' antico Palazzo dell' Istituto, ora della Pontificia Università. Il disegno preferito

malgrado rammemorarvi (3)? Perdita, che tanto dovrà sembrarvi più grave, quanto la dottrina e il sapere d' Aldini e di Schiassi potranno in parte scemare il desiderio de' loro egregi predecessori; ma la mia fievol voce non può che farvi sentire più vivamente quanto perdeste poc' anzi nell' illustre Segretario dell' Istituto. Ma io non deggio attristarvi più lungamente. Volgiamo altrove il pensiero, e più sensibili alla gloria d' aver posseduti sì grandi uomini, che al dolore d' averli perduti, cerchiamo nell' imitazione delle loro virtù quella consolazione, che sola conviene a Filosofi.

pel medesimo fu fatto dall' Architetto Giovanni Calegari; i lavori in varii eletti marmi che lo adornano vennero eseguiti dai fratelli Rasori; le sculture poi in scelto marmo statuario, per le quali veramente il monumento stesso si ammira (quelle cioè del busto, che sovrasta nel monumento, e delle due figure in basso rilievo rappresentanti la Religione e la Filosofia) sono opera lodatissima del prenominato De Maria. Pochi hanno cognizione, anche in patria, del nome del generoso, che già parecchi anni prima dell' indicata epoca aveva fatte eseguire a tutte sue cure e spese le parti tutte dello stupendo lavoro, coll' intenzione di erigerlo in distinto luogo dato agli studii. Imperocchè fu un tale, degnissimo amico del Galvani, cui per rara modestia stette moltissimo a cuore di nascondere se stesso in questa laudabilissima impresa. Volle persino che la bella iscrizione monumentale dettata dal cel. Schiassi terminasse col senso — SODALES ET AMICI VIRO PER ORBEM CLARISSIMO — ! Fu desso l' Avvocato ANGELO BERSANI di chiarissima e onorandissima memoria, professore nell' antica Università ec., degno per illibata virtù di monumento pari a quello cui volle innalzato al Galvani.

(*Nota del prof. S. Gherardi*)

(3) Il chiariss. Autore accennava alla morte del Professore Luigi Caccianemici Palcani (che accadde in Milano tre mesi innanzi), al quale era Egli succeduto nella carica di Segretario dell' Istituto e dell' Accademia.

(*Nota del prof. S. Gherardi*)

Il lettore vedrà volontieri qui appresso le iscrizioni ricordate nella seconda nota a questo stupendo Elogio, qelle cioè del Monumento d' onore, e delle due Medaglie del cel. Galvani.

ISCRIZIONE DEL MONUMENTO

ALOISIO · GALVANO

MEDICO · CHIRURGO

DOCTORI · ANATOMES

ET · ARTIS · OBSTETRICIAE

QUOD

INVENTO · NOBILISSIMO

DE · SUO · NOMINE · APPELLATO

PHYSICAM · AUXERIT

DOCTRINAM · EXIMIAM

PIETATE · SINGULARI

CUMULAVERIT

SODALES · ET · AMICI

VIRO · PER · ORBEM · CLARISSIMO

ISCRIZIONI DELLE MEDAGLIE

MEDAGLIA COL GENIO

Diritto — ALOYSIUS GALVANUS — *Attorno al Busto*

Rovescio { MORS MIHI VITA — *Attorno al Genio*
SPIRITUS INTUS ALIT — *Nell' esergo*

ALTRA MEDAGLIA

Diritto — *Come nella prima*

Rovescio — STUDIA ORBIS
INVENTO NOBILISS.
EXCITAVIT — *Nel Campo.*

OPERE EDITE

DE OSSIBUS

THESES PHYSICO-MEDICO-CHIRURGICAE

QUAS AMPLISSIMIS, ATQUE EXCELSIS VIRIS

JOHANNI FRANCISCO COMITI ALDROVANDI

JUSTITIAE VEXILLIFERO ANTIANIS CONSULIBUS

CAETERISQUE BONONIENSIS SENATUS PATRIBUS

D. D. D.

ALOYSIUS GALVANI

CIVIS BONONIENSIS PHYLOSOPHIAE ET MEDICINAE DOCTOR.

DE OSSIBUS (a)

I.

Ossa sunt animalium partes flavo-albae, non nihil etiam ad ruborem vergentes, durissimae, caeteris partibus fulcimento, munimini, et directioni inservientes. Fulcire autem, aut dirigere caeteras partes non possent, nisi ligamentis juvarentur.

II.

Eorum elementa vel Chemice, vel Anatomice considerari possunt. Inter Chemica elementa principem locum habet terra calcaria. Haec glutine ferruminata duritiem, et soliditatem ipsis conciliat. Gluten vero ex oleosis, salinis aqueis, terrestribusque particulis, iisque subtilissimis constat, intime invicem mixtis. Elementa vero Anatomica tenuissimas esse membranulas peculiari textura sibi mutuo appositas, rationi consonum existimamus.

(a) Era usanza de' tempi in cui viveva il Galvani esporsi a discutere pubblicamente sopra un dato soggetto, affine di farsi strada alla pubblica istruzione nelle varie facoltà. Il Galvani pure valorosamente vi si accinse, e com' era costume, diede alle stampe le seguenti Tesi o proposizioni su cui vertere doveva il disputamento.

Si stava peritosi se pure queste dovessero aver luogo nella presente Collezione delle Opere del Galvani, siccome produzione a prima giunta

III.

Ossium differentiae, aliae a Chirurgo, aliae a Physiologo considerari merentur. Illae ab eorum situ, nexu, crassitudine, et hujusmodi aliis desumuntur. Color vero, superficies, flexilitas, elaterium, et alia id genus, physiologicae sunt considerationis, ut quae lumen aliquod circa eorum originem, augmentum, et formationem afferre possunt.

IV.

Ex mero glutine ossa oriri, quod per varios soliditatis gradus in cartilaginem evadat, ex cartilagine in os immutetur, et augeatur, solis videlicet arteriis ossis structuram eidem impertinentibus, recens opinio est, quam non invite amplecteremur, nisi alia non ita recens, et verosimilior occurreret, quae ossium originem, augmentum, et formationem a periostio deducit, ad quod propterea nostram interim convertimus investigationem.

V.

Periostium tenuis est membrana cum externe, tum interne ossa investiens, ex pluribus aliis, ut ante dictum est, longe te-

di non molta importanza, non altro essendo per così dire che l'annunzio di ciò che Egli si proponeva di sostenere a voce distesamente. Ma ogni dubbiezza svanì, avuto in considerazione, che queste, oltre servire a tener viva ne' posteri la memoria della predetta costumanza, segnano il primo passo della carriera luminosa che il celebre Autore percorse, e che chiunque le vorrà leggere non potrà che ammirarle, trovandosi in esse colla massima concisione, ordine e chiarezza indicate le dottrine di que' dì intorno gli usi, la natura, la formazione e le malattie delle ossa; somministrando così in pari tempo una prova ulteriore della rettitudine della mente del Galvani che invidiabile sempre si mostra in ogni sua produzione.

nuvioribus composita, natura verosimiliter tendineis. Verum sunt ne istae productiones fibrarum tantummodo a tendinibus provenientium; an etiam a ligamentis; an etiam a dura matre? Si pericranium excipias, probabilius a tendinibus, et ligamentis producuntur.

VI.

Omnis generis vasa periostio non negamus. Haec freqnentibus anostomosibus reticulum veluti quoddam videntur constituere. In junioribus animalibus majori parte lymphatica, in adultis pleraque sanguinea. Si quem habet sensum periostium, hunc certe a nervis.

VII.

Periostium vero internum, an ejusdem omnino sit naturae atque externum, eosdemve habeat praecipuos usus, nec ne, adhuc dubitamus. Fortasse in naturali statu nonnulla impediunt ne osseum fiat, in praeternaturali vero, ac potissimum occasione fracturae junioribus animalibus accidentis, quandoque oseum fieri, et calli portionem constituere, suadere non pauca videntur.

VIII.

Atque haec est periostii structura, ut periostium est, sive ossium tegumentum. Si vero structura illa, quae ossibus originem praebet, consideretur, haec in tenuissimis illis membranulis consistit, quas ossium elementa vocavimus. Hae sensim cartilagineae fiunt, tum osseae. Cartilagineas reddit tenue gluten a peculiari earum textura, et vi fortasse attrahente secretum, et detentum: calore postmodum, et supervenientibus crassioribus, et genere diversis particulis densatum, et concretum. Cartilagines autem vi calcariae terrae ab arteriis advectae,

depositae, ac retentae, in osseam naturam, et duritatem evadunt, coadjuvante arteriarum pulsatione.

IX.

Ex pluribus ergo periostii fibris, et membranulis in cartilagineam densitatem conversis majores lamellas; ex pluribus autem hujusmodi lamellis superpositis, et aggestis totum cartilaginis corpus formari arbitramur. Quod licet uniformis ubique appareat substantiae, insensibilium tamen molecularum, ex quibus constat, vario implexu, diversam item ossium formam, et texturam induere successiva mutatione censemus.

X.

Diversa quippe ossium forma, quae partim compacta est, partim spongiosa, reticularis, sinuosa, cribriformis etc. ex diverso isto implexu proficiscitur. Eum vero diversum fore non difficile intelligemus, si concipiamus, non omnes lamellas eodem tempore durescere, et resiccari, non omnes aequali vi se mutuo trahere, non omnes aeque crassescere, et elongari. Quapropter dum aliae siccescendo curvantur, dum aliae retrahuntur, spatiola inaequalis magnitudinis relinquunt, quae pro varia succrescentium fibrillarum directione, mollitudine, varia etiam intercepti humoris indole, reticularem, spongiosam, aut aliam ejusmodi formam repraesentant.

XI.

Pari ratione ossis portionem magis compactam efficient periostii fibrae in longitudinem productae, itemque laminae osseae factae, sed cito, ne tempus habeant inter arescendum se curvandi, concurrente ad id glutine arteriarum pulsatione ad extremum densato. Atque ita universa ossium structura, quae a

solo glutine, atque a sola arteriarum pulsatione in gluten Cartilagineum redditum agente proficisci non posse videbatur, positis in periostio supra explicatis elementis intellectu non difficilis evadit.

XII.

Haec de ossium formatione. Ad nutritionem, et augmentum quod attinet, nutriuntur osseae laminae, et augentur eadem ferme ratione, ac molles animalium partes, sed lentius: nullo autem modo, si ratio quidquam valet, cum perfecte induruerunt, aut si ullam admittunt nutritionem, eam a tenui oleo, et peculiari quopiam succo expectant. Quamquam haec duo eas potius a nimia tueri ariditate videntur, quam vere nutrire.

XIII.

Hujusmodi succus est ne ille idem, qui in animalibus Rubiae radice pastis, ejus colore inficitur, et in ossium interstitia receptus, eisque inhaerens, ossa reddit colorata? id reprobare non audemus.

XIV.

Tenue vero illud oleum medulla suppeditat. Ab arteriarum enim extremitatibus secretum in medullares vesiculas seponitur, inde in universam ossis substantiam diffunditur: verisimiliter etiam, ut Haversio placuit, in articulorum cava confluit, eo propulsum a novi supervenientis olei pressione, ac fortasse a medullarium vesicularnm, sacculorumve contractione.

XV.

Licet durissimae animalium partes sint ossa, non secus tamen ac molles pluribus morbis obnoxiae sunt. Hi vero spectant ad vitiatum eorum situm, ac nexum, ut in luxationibus; vel ad solutam nnitatem, ut in fracturis; vel demum ad laesam structuram, ut praecipue in Rachitide. Priora duo mala non modo ab externis, verum etiam ab internis causis oriri possunt.

XVI.

Articulus e suo cavo egressus in ipsum sollicite reponi exigit: modo inflammatio, imo etiam dolor non urgeant. Haec enim prius sedanda, quam repositio molienda; quae non omnino desperanda, etiamsi diutius eam differre cogamur. Restitutione peracta, si convulsiones suboriantur, articulus e suo cavo ut dimoveatur, quemadmodum nonnulli volunt, non ita facile, nec sine summa praemeditatione concedimus.

XVII.

Ad fracturas quod spectat, callum, quod fracta unit, e periostio gigni verisimile opinamur: periostio, inquam occasione fracturae irritato, tumefacto, in cartilaginem prius, tum in os immutato. Sola humani corporis fabrica totum opus absolvit. Ad calli quippe formationem neque in lapide Osteocolla, neque in glutinosis, et viscidis alimentis, neque in aliis id genus praesidiis multum spei ponendum esse censemus.

XVIII.

Caeterum cum Chirurgis omnibus convenimus, ad fracta reponenda, exstensionem membri, et fragmentorum coaptationem

esse instituendam. Utrumque tamen in fracturis compositis non semper locum habet, nisi prius sedata, si qua adsit, inflammatione; nec praestari commode quandoque potest, nisi prius libera ossicula, carnes lacerae, aut alia id genus impedimenta removeantur. Quo potissimum praesidio fracturas, quae alias lethales essent, haud raro curari, quin etiam extremum amputationis auxilium vitari posse in spem adducimur.

XIX.

Non raro fractura luxationi conjungitur; quo quidem in casu, praesertim si fractura sit prope luxatum articulum, hujus repositionem non consequemur, quin primo fracturae curatio perficiatur.

XX.

Rachitis non ossium tantummodo est morbus; ossa tamen potissimum laedit, quae a naturali figura, ac rectitudine tandem detorquentur. Morbifero acore non solum ea mollescunt, verum etiam quandoque corroduntur, aut in pultaceam teneritudinem fatiscunt. Quibus efficitur, ut inaequalis nutritii succi distributione ossa multipliciter deformentur. Curatio lenientibus, diureticis, diaphoreticis, roborantibus, atque specificis perficitur. Praesidium a machinamentis petitum, si ad naturalem ossium figuram servandam, probamus, non ita, si ad restituendam adhibeatur (1).

(1) Disputabuntur in publico Archigymnasio die 21 mensis Junii 1762 hora 14, annuente Illustrissimo Domino Dominico Sughi Veronensi Philosophiae, et Medicinae Doctore, atque utriusque Artistarum Universitatis Priore dignissimo.

DE RENIBUS

ATQUE

URETERIBUS VOLATILIUM

DE RENIBUS

ATQUE URETERIBUS VOLATILIUM

Anatomicae facultati pro munere nostro, et voluntate addicti, saepe in volatilium sectionibus elaboravimus, ac studium praesertim in renes, atque ureteres contulimus. De his ergo hoc vespere disseremus, eorumque historiam conficiemus accuratiorem, ut nobis quidem videtur, quam ab aliis hactenus fuerit unquam conscripta, Primum de renibus.

Volatilium renes duo sunt oblonga viscera in abdomine contenta, hinc inde a spina dorsi locata, quae ut quadrupedibus, sic volatilibus data a natura fuerunt, ut urinam secernerent.

Ea sub pulmonibus proxime conspiciuntur, deorsum deinde utrinque a memorata spina feruntur, desinuntque in amplam, atque oblongam ilii ossis cavitatem, in qua non quidem toti, ut Harveus, aliique volunt, sed praecipua dumtaxat ex parte reconduntur.

Figuram habent diversam, pro diversa volatilium specie. Nam in aliis renes agni aemulantur, ut Borikius de aquila narrat, in aliis caninam linguam, ut in anate nos vidimus. In plerisque tamen volatilibus, maximeque granivoris, quamvis unum, idemque corpus sint, in tres tamen lobos ab auctoribus dividi solent. At distinguenda est in renibus, meo quidem judicio, pars anterior, quae ventrem, et posterior, quae dorsum respicit. Nam renibus in parte anteriori inspectis, eos non in tres tantum, sed in quatuor lobos dividi clare conspicitur, quorum primus sub pulmonibus locatur, atque amygdalam ruditer refert, apicem habentem inferiora respicientem, basim superiora. Secundus oblongus est, planus, atque ad iliacam usque

arteriam pertinens. Tertius omnium minimus, rotundus, adhaeret quodammodo secundo, atque basim videtur in iliaca arteria habere. Quartus demum aliis major est, figuraque irregulari. Singulae vero hae lobulorum divisiones maxime fiunt e foveis sanguinea vasa excipientibus, in renibus profunde incisis. Iliacae enim venae primum lobum a secundo dividunt, arteria autem iliaca quartum a secundo, et tertio.

Quod si renes ex parte posteriori spectentur, in duos dumtaxat lobos sejunguntur, superiorem, et inferiorem; parvum illum, hunc longe majorem. In superiore quatuor profundae sectiones ad ejus interiorem marginem apparent, quae a vertebris dorsi eruuntur; totidem, patentioresque sunt a lumbi vertebris in inferiore insculptae, atque aliae, sed obscuriores.

Inferior hic, posteriorque lobus ille est, qui latet in magna ilii ossis cavitate, alter superius consistit.

Duplici membrana sepiuntur renes, communi una, cellulari, in obesis volatilibus pinguedine repleta, propria altera, tenui, pellucida. Utramque in renibus Struthii Godofredus descripsit; nos vero in omnibus, quae secuimus, volatilibus, quae multa sane fuerunt, invenimus. Cum nudis oculis, tum lentibus adjutis praeterea inspeximus, sed nihil in utrisque peculiare.

Eductis vero membranis diligentius renum superficiem spectavimus. Vidimus autem cerebri superficiem ipsam quodammodo aemulari; nam ut illa, ita et haec in plures parvos anfractus, lobulosve dividitur, plerosque oblongos, in se convolutos, magnitudine, et forma inaequales. Qui equidem non prominentes, ut in cerebro, sed plani natura sunt.

Renes volatilium alii e globulis carneis contextos esse opinantur, ut Harveus, alii glandulosos faciunt, ut Godofredus, atque Vallisnerius, qui glandulas in racemos collectas in Struthio describit. In hujus structurae disquisitionem maxime in gallinaceis pullis, quippe qui magis prae manibus habentur, opus, laboresque nostros contulimus.

Atque primo venit in mentem experiri, quid fieret renibus maceratis. Sed nihil nobis peculiare ex maceratione innotuit, quamvis eam et ad multum tempus protraheremus, et diversis liquoribus perficeremus, acutissimisque lentibus maceratos renes inspiceremus.

Nudis dumtaxat oculis per aquam fluitantes vidimus tenuissimos excretorios ductus, seu ureterum ramos, quorum descriptionem, cum de excretoriis ductibus sermo erit, afferemus. Aliam propterea inire viam constituimus, atque peculiare, aptissimumque, si quid judico, injectionis genus experiri.

Devinxi ergo ureteres vivente pullo (id quod in volatilibus acu filo instructo post anum profunde ex una parte ad alteram trajecto, indeque nodulo quidquid intra fili capita reperitur, arctissime devincto haud difficile, et absque ulla sectione obtinetur) ea spe ductus, ut cum vinculo urinae cohiberetur ex ureteribus effluxus, urina ipsa alba in volatilibus, atque ad concrescendum adeo apta, in minimis usque excretoriis ductibus congesta, atque concreta, quaesitam renum structuram patefaceret. Paucis post diebus pullus periit; qui celer interitus in singulis, in quibus deinceps idem periculum cepimus, semper evenit.

Ejus cadavere dissecto alba terrestris materies conspicitur, quae omnes ferme partes coinquinat, atque membranas potissimum, inter quas praesertim pericardium, quod gypseum evasisse videtur, atque extima hepatis membrana.

Renes vix a naturali magnitudine recedunt, at lobos praeseferunt alba materie repletos, quam non est dubitandum, urinae fuisse crassiorem, solidioremque partem.

Renes sic paratos lentibus inspicimus, atque albam materiam cernimus, non in cavo, quod lobuli habeant, contineri, neque intra eorum substantiam effundi, sed propriis vasis coerceri, eisque minimis, atque quamplurimis, quae albae lineolae videntur, per lobulorum superficiem reptantes: quaeque eo

ordine, propemodum miro, procedunt, ut a surculis, qui lobos ambiunt, emanent, atque super lobos in orbem flexae eosdem complectantur; ea tamen ratione, ut in nonnullis lobulis in eorum medio inosculentur, in aliis vero circa idem medium veluti desinant; porro ex iisdem surculis, sanguineorum vasorum truncos prodire, qui ramos inde sibi propinquis lobulis huc, illucque mittant. Haec extima, quasi dicam, renum est structura, visu quidem jucundissima.

Intimam autem texturam prosecuti, atque renibus tum scalpello diversimode sectis, tum digitis blande apertis, acutisque lentibus inspectis, observavimus lobulos illos, anfractusque, quos exterius conspeximus, intus quoque propagari, nullaque ratione cavos videri, sed intestinorum more in varias circumvolutiones reflexos, atque complicatos totam renum substantiam pervadere, atque una cum sanguineis vasis, nervis, ductulisque excretoriis cellularis ope junctis, renes construere. Horum autem lobulorum anfractus, incessus, atque distributio clarius apparet, si digitis, ut diximus, ren apprehensus blande aperiatur, quam si cultro secetur. Cultro enim lobulorum convexa superficie secta, teres ipsorum figura deletur, digitis autem adhibitis servatur.

Sed ad alba vasa, seu ad uriniferos ductus redeamus. Horum alios hac illac internos renum lobos, ut externos, circumambire intuiti fuimus, alios vero alias directiones habere; sed ita inordinati erant, atque obscuri, ut nihil de eorum origine, aut fine licuerit delibare.

At non idcirco omnis spes sublata id posse aliquando detegi, nam cum id latere putaremus, quod pellucido humore ductus turgerent; non equidem contingere aliquando posse, desperavimus, ut densa illa, albidaque materia per injecta ureteribus vincula, replerentur, atque paterent.

Hinc idem periculum multis aliis in pullis, praesertimque in gallina, macie ferme confecta, aggressi, cernimus memorata

alba renum vasa, ex ea parte, qua e lobulorum interstitiis prodibant, in renum substantiam in orbem pariter descendere, atque inde infra lobulos, in unum fasciculum collectos in communem quemdam truncum confluere, qui in alium majorem derivat, hic vero in ureterem. Communes hi trunci plurimi sunt ita ut singulorum lobulorum alba vasa excipiant diametro quidem latiores ad eam partem, in quam alba vasa ingrediuntur, quam ad eam, qua ipsi in majores ramos inseruntur. Hi autem sunt verosimiliter, quos et muneris, et majoris hujus cavitatis ratione pelves Vallisnerius in Struthió appellavit. Hi quoque, ut diximus, maceratione innotescunt.

En quo tendant excretorii lobulorum canaliculi; sed quae eorum origo? Utinam hanc observationes nobis aperuissent! sed vix quidquam certi de hac re compertum habuimus.

Id nobis tantum observare licuit, minimos illos ductus, dum ad lobi medium, ut diximus, perveniunt, intimam lobi substantiam inflexos permeare; accedebat etiam, ut lobulis sectis multa alba filamenta in eorum substantia apparerent, ut excretorios ductulos ingredi in lobulos facile intelligas.

Saepius tamen diversis renum sectionibus institutis vidimus nonnullis in lobis punctum rubrum circa medium, quod sanguinei vasis orificium esse opinati sumus, a quo innumera prodire diceres ex tenuissimis albis jam dictis vasis. Haec autem modo vix ultra punctum finem habebant, modo ad lobi usque circumferentiam protendebantur, tamquam radii a centro ad peripheriam: in aliis autem rubrum vas juxta lobi longitudinem ducebatur, a quo eadem alba vasa proficisci judicares. Erant quidem eodem ordine distributa. Alba haec vasa, seu isti excretorii ductuli interdum cum iis continui visi sunt nobis, quos lobi superficiem reptare diximus.

Verum haec ulteriores postulant disquisitiones, maxime in majoribus volatilibus institutas, quae si idipsum comprobaverint,

quas natura in volatilium renibus paraverit ad urinae secretionem vias, hactenus, quod sciam, ignotas, compertum habebimus, atque aliquid inde luminis ipsi urinae secretioni in quadrupedum renibus poterit forte affulgere. Interim quam caeteri nondum, quod audiverimus unquam, aut legerimus, detexere renum volatilium structuram, eam se se nostrae industriae, diligentiaeque visendam obtulisse satis nobis est.

Quas vero hactenus, Sodales optimi, proposuimus vobis observationes pluries, atque in variis pullorum speciebus suscepimus, easque primo una cum solertissimo Bonacursio, mox coram doctissimo Sodali nostro Verratio, ejusque sapientissima Conjuge Laura Bassia, quae profecto est Academiae, et civitatis nostrae singulare ornamentum. Id autem monemus, non facile memorata alba vasa apparere, cum propter nimiam urinae copiam, quae ea disrumpit, tum propter ejusdem defectum, unde non satis replentur, nec non denique propter nimiam ejus tenuitatem, ob quam vasa, dum pellucent, oculorum aciem effugiunt; clarius tamen in volatilibus macilentioribus conspici.

Sed jam ad emulgentia vasa venio, quae neminem satis diligenter vidimus descripsisse. Haec diversa directione, diversoque ordine in volatilibus, ac in quadrupedibus ad renes pertinent.

Ipsorum progressus, atque divisiones clarius ut assequeremur, apta materia siphonis ope ea replevimus, atque vidimus primo renum lobulos in superficie eminentes fieri, cum natura, ut audivistis, sint plani, deinde aortam arteriam descendentem, utrinque tenuem ramum ad angulum rectum mittere in primum renum lobum, cui ille praetenues impertit surculos.

Paulo infra alium, diametro longe majorem, qui in secundum lobum inseritur, quique dum ad medium ferme ejusdem lobi pervenit, in duos alios ad acutum angulum dividitur, quorum alter superiores renum partes, alter inferiores percurrit; descendere inde inter renes juxta spinam dorsi, atque, dum

versus finem secundi lobi properat, in iliacas abire, quae renum superficiem oblique transgrediendo extra ventrem promanant, atque in crurales immutantur. In itinere autem quod super renes faciunt iliacae, postquam sub ureteribus transierint, alios duos sibi perpendiculares ramos germinare superiorem unum, inferiorem alterum, quorum postremus in tres alios dispergitur, qui pertinet ad ultimum lobum.

Vena autem cava descendens supra aortam quidem fertur, sed non idem iter cum ea ducit, ut in quadrupedibus. Nam ad initium ferme primi lobi eam deserit, atque multo citius, quam aorta, in iliacas dividitur, quae juxta marginem primi lobi utrinque descendunt, eique tres ut plurimum ramos tribuunt. Dum autem versus lobi apicem perveniunt, in tres abeunt ramos, quorum duo interni ad renes pertinent, atque emulgentes possunt appellari, cum magni sint, et ad renes dumtaxat spectent, alter externus ex abdomine exiens cruralem venam constituit.

Emulgentium unus juxta marginem externum secundi lobi, alter per ejusdem lobi superficiem circa medium excurrit. Hic in rene dextero brevior videtur, dum enim ad iliacam arteriam pervenit, sub eadem transit in renum substantiam. In rene autem sinistro supra iliacam arteriam protenditur, ac bifariam statim divisus in totum postremum lobum distribuitur.

Hic antem intra renem descendit, atque ad ultimi lobi extremitatem dum pervenit, ita flectitur ut in alterum offendat eumque superscandat. Uterque vero ramus diversos surculos, ramosque hic illic in renis substantiam derivat. Sed pro diversitate volatilium emulgentium venarum progressus, directiones, atque divisiones haud parum variant.

Praeter emulgentia vasa, nervos quoque volatilium renes recipiunt. Sed horum alii, et quidem majores ac copiosiores, eorum substantiam trajiciunt, alii in eadem disperguntur, ut ipsorum finis attingi non possit. Verum ad nreteres.

Sunt ureteres canales membranacei pellucidi, maxime in ea parte, qua renum superficiem pervadunt, in quos, ut in communes conglomeratarum glandularum ductus plures majores rami urinam exonerant, ex singulis innumeris, minimisque ductulis excretoriis jam dictis acceptam, quam deinde in rectum advehunt intestinum.

Ad extremitatem primi lobi tenues oriuntur, descendunt inde intra renum substantiam latiores sensim facti, usque ad angulum ramorum venae cavae, quos diximus emulgentes, ad quem cum pervenerint a rene exeunt, atque recto ferme tramite inter memoratos ramos, renum superficiem transeunt: hanc ureterum partem pro pelvi Godofredus habuit: e renibus autem egressi reliquum abdominis iter conficiunt, atque curvam describentes, in cloacam tandem, seu extremitatem recti intestini influunt, brevi peracta semiarcus circa eamdem inflexione.

In rectum vero intestinum oblique inseruntur, non aliter, quam ureteres quadrupedum in vesicam. Intestini autem membranae circa ureterum orificia laxiores sunt, atque ceu valvulae ea claudunt, ne inde urina regurgitet, mira naturae providentia.

Tribus (ut animadvertimus, et quidem fortassse primi) tunicis ureteres constant. Extima rarior est, tenuvior, cellularis, atque reliquis abdominis visceribus communis; hanc sequitur crassior alia, compactior, cellularis et ipsa, vasis, inordinatisque tenuissimis filamentis referta. Postrema demum aliis longe crassior ejusdem coloris est, ac muscularis membrana intestinorum.

Hanc atramento maceravimus, tum super vitra expansam, contra liberum, ac patens lumen lentibus sedulo inspeximus. Ac nonnulla tenuissima filamenta parallelo ordine disposita juxta ureterum longitudinem producta observavimus, quae musculares esse fibras conjecimus.

Hanc membranam alia forte excipit ureteris cavum respiciens, sed cum non satis haec nobis se prodiderit, idcirco eam praetermisimus. Interna ureterum superficies sulcos habet invicem parallelos juxta ureterum longitudinem ductos. Transversae rugae in ea nullae observantur, ut in ureteribus quadrupedum. Muco quidem non secus, atque in illis oblinitur, quo ab urinae acrimonia tueatur. Jam vero fibrae musculares cum in ureteribus adesse nobis visae fuerint, ita suspicari coepimus aliquo motu ureteres gaudere; rati non sine consilio ureteribus a natura musculares fibras datas fuisse.

Quod eo facilius arbitramur, quo nos minus latebat a nonnullis auctoribus traditum fuisse motu peristaltico ureteres quadrupedum gaudere, quamvis, ut opinamur, eum nunquam forte conspexerint.

Itaque vivis pullis, abdomine dissecto, leniterque remotis intestinis, oculos in eorum ureteres illico contulimus. Enim vero ureteres peculiari quadam ratione moveri, non sine voluptate, ut fit, cum nobis ea se se offerunt, quae quaerimus, praesertim nova, inspeximus. Hunc motum una cum doctissimis viris, inter quos praestantissimus Sodalis noster Franciscus Bibiena, diligenter spectavimus; vidimus illum ex progressivo, seu peristaltico, et retrogrado, seu antiperistaltico componi; ire scilicet urinam per ureteres ad ani usque confinia, redire mox ab ano renes versus, donec ultro, citroque jactata apertis ureterum osculis in recti intestini cavum urina efflueret. Hujusmodi motus in singulis, quae secuimus, volatilibus, quae multa quidem fuere, atque generis diversi, apparuit; non semper tamen, ut verum fateamur, aequabilis omnino, et ordinatus. At fieri potest ut cruciatibus, quibus in hoc periculo animalia vexantur, aereque externo, talia irritamenta nervis, muscularibusque ureterum fibris invehautur, ut motus ille suapte natura ordinatus perturbetur. Quemadmodum fieri etiam potest, ut peristalticus ille dumtaxat juxta naturam sit, antiperistalticus vero violentiis illis debeatur.

Ceterum neque inutilis antiperistalticus, si natura adesset, videretur. Eo enim motu urina in volatilibus, tam ad concrescendum proclivis, ut, si vel parum quiescàt gypsea, ferme evadat, posset fluxilis servari, quassari veluti, atque fluidarum solidarumque partium miscela perfici. Cui quidem´concretioni solers natura adeo prospexit, ut ureteres non in vesicam, qua volatilia destituit, sed immediate in cloacam urinam exonerare voluerit, ut liberrime, et citissime e corpore eliminaretur. Ceterum ureterum motus addito stimulo reviviscit, quo nihil clarius ad musculares eorumdem fibras ostendendas.

Sed omnia jam paucis colligamus. Atque primo volatilium renes non ex glandulis in racemos dispositis, aut ex globulis carneis, ut alii arbitrati sunt, coalescere; sed ex oblongis lobulis mire circumvolutis, atque invicem complicatis, potius quidem cum canaliculis, si pervii essent, quam cum folliculis comparandis.

Deinde qui singulos lobulos reptant, permeantque excretorii ductus, eos quamplurimos esse. Hos forte ex sanguineis vasis eisque verosimiliter arteriosis (ex arteriis enim ductus excretorii procedunt) emanare ratione non videri alienum.

Compertum autem illud est, ductulos hosce excretorios in lobulorum substantia, et multos quidem reperiri, et ex eadem exeuntes ipsorum lobulorum superficiem reptare; sensim deinde in fasciculum infra lobos colligi, atque in ureteris ramos desinere. Unde lobuli eo consilio a natura volatilium renibus dati viderentur, ut fulcimento, atque adminiculo essent excretoriis ductulis; atque ut plurimi in lobulis, fusius, commodiusve distributi, parvo spatio continerentur. Item volatilium renes ad conglomeratas glandulas, propter excretorios ductus omnes in unum confluentes, posse referri; ureteres praeterea motum habere peristalticum, atque forte etiam antiperistalticum.

Demum quamvis nec unam pelvim habeant, ea ratione constructam, ac renes quadrupedum, neque substantiam, ut illi,

in corticalem, et tubularem distinctam, eorum tamen ductus excretorios in fasciculos colligi in ureterum ramis, ut in renibus quadrupedum in fasciculos colliguntur in renalibus papillis, atque quemadmodum papillae in illis in communem cavum, seu in pelvim, sic in ipsis in communem ureterem urinam deponere, atque propterea cum illis non modo propter usum, qui idem in utrisque est, sed propter aliquam etiam structurae similitudinem convenire.

An vero observationes hae nostrae aliquod lumen afferre possint renum quadrupedum corticali substantiae, aut fabricae aliarum conglomeratarum glandularum, an ad Ruischianum systema fulciendum quidquam valeant, vestrum esto, Sodales optimi, judicium. Nos interim et eas iterum aggredi, et novas iis addere studebimus, atque suscepta de urinae volatilium natura pericula prosequi, eaque vobis, favente Deo, proximo anno referre pollicemur.

EXPLICATIO FIGURARUM.

TABULA I.

Fig. 1.

Exhibet renes in situ ureteres, et vasa emulgentia pulli gallinacei: Renis autem sinistri substantia ablata est, ut vasa emulgentia venosa in situ conspiciantur.

a. Vena Cava.
bb. Venae Iliacae.
cc. Quatuor rami venosi emulgentes majores, utrinque duo.
d. Aorta descendens.
ee. Arteriae Iliacae.
ff. Ureteres.
gg. Rami iliaci venosi dissecti, a quibus venae crurales oriuntur.
hh. Duo aortae rami, qui secundum renum lobum ingressi, aliquot ramos renum substantiae impertiuntur.
ii. Rami venosi emulgentes minores.
l. Intestinum rectum sectum, supra podicem reflexum, ut ureterum insertiones in eodem inspici queant.
m. Arteria sacra.
nn. Ejus rami ad ureteres spectantes.
1. Primus Lobus.
2. Secundus.
3. Tertius.
4. Quartus.

Fig. 2.

Exhibet divisionem, atque distributionem cum vasorum emulgentium, tum Ureterum in renibus Galli Gallinacei post injectionem observatam, quae quamvis eadem in omnibus volatilibus non sit, ab hac tamen haud longe differt.

a. Vena Cava descendens, quae ramum utrinque unum K K lobulo renum superiori tribuit.

bb. Venae Iliacae, a quibus tres ut plurimum rami discedunt ad superiorem renum lobum pertinentes, qui in hac figura abscissi sunt, quo ureterum diramatio clarius inspici queat.

cc. Duo utrinque emulgentes rami, in quos Iliacae venae dividuntur: hique in inferiores renum lobos distribuuntur.

dd. Duo alii earumdem venarum rami, qui in crurales venas abeunt.

e. Aorta descendens.

ff. Tenues ejusdem rami dissecti ad superiorem renum lobum spectantes.

gg. Rami alii majores, qui secundo renum lobo inferuntur, atque renum substantiae surculos aliquot emulgentes tribuunt, postea extra renes promanant; ii autem surculi delineari in hac figura non potuerunt, cum sub Iliacis venis lateant.

hh. Arteriae Iliacae.

ii. Ureteres secti.

l. Arteria sacra.

mm. Extrema ramorum ureterum, quae ipsis ramis latiora sunt, et in quae desinunt fasciculi ductulorum uriniferorum.

nn. Emulgentes rami ex venis *dd* sursum intra renes reflexi.

oo. Arteriae crurales resectae.

pp. Propagines arteriae *l* ad Ureteres pertinentes.

TABULA II.

Fig. 1. *et* 2.

Indicant superiorem renis lobum dissectum, vitrea lente auctum, prout observatum fuit in pullo, cui dum viveret ureteres fuerunt vinculo devincti.

Fig. 1.

Ostendit ejusdem lobi superficiem, in qua tum lobuli oblongi apparent, intestinorum more convoluti, tum ductuli albi uriniferi eosdem lobulos superscandentes, et amplexantes. Lobuli tamen nonnihil eminentiores in figura delineati sunt, quam re prodierint.

aa. Lobuli oblongi.

bb. Medium lobulorum, in quo uriniferi ductus se se mutuo offendunt, atque partim intra lobi substantiam reflectuntur, partim invicem inosculantur.

Fig. 2.

Visui offert internam substantiam ejusdem lobi dissecti.

aa. Lobi peripheria.

bb. Puncta rubra, e quibus oriri videntur albi ductuli uriniferi ea ratione, qua in figura sunt delineati.

cc. Lineae rubrae, e quibus similes ductus prodire videntur.

dd. Duo ureteris rami similes infundibuliformibus tubulis renum hominis, et plurimorum animalium quadrupedum, in quos desinunt uriniferorum ductuum fasciculi.

ee. Ureteris rami.

Fig. 3.

Ostendit aggregatum nonnullorum lobulorum ejusdem renis, una cum propriis ductibus uriniferis lobulos reptantibus in fasciculos collectis, atque in ureteris ramos desinentibus.

a. Portio ureteris secti.

b. Ejusdem ramus, in cujus extremum latius confluunt uriniferi ductus *fff* ad varios dissectos lobulos pertinentes.

c. Alter ureteris ramus, qui in duos dividitur *gg*, in quos colliguntur uriniferi ductuli spectantes ad omnes lobulos, in hac figura delineatos.

ddd. } Lobuli.
ee. }

fff. Uriniferi ductuli ad varios dissectos lobulos pertinentes.

DE

VOLATILIUM AURE

DE VOLATILIUM AURE

Vix dum coeperam ea, quae in volatilium aure a nobis inventa sunt, atque ad academiam annis 1768, 1769, 1770 delata, colligere, et in unum sermonem, quem in sextum hunc Commentariorium tomum insereremus, diligentius referre; ecce tibi Antonii Scarpae viri praeclarissimi *de structura fenestrae rotundae auris, et de tympano secundario Anatomicae observationes*, quarum non paucae ex iis, quae ad volatilium aurem pertinent, eaedem ferme sunt, quas nos etiam feceramus, et in lucem edere in animo habebamus. Igitur mutata continuo sententia, ea dumtaxat constituimus typis una cum adjunctis tabulis mandare, quae neque a doctissimo viro, neque ab ullo, quod sciamus, detecta ante fuerunt. Sed in his etiam describendis postea coacti sumus, modo adversa valetudine impediti, modo curis aliis distenti, praecipua tantum persequi, caetera solum attingere, aut omnino ad alium tomum differre. Atque distulissemus quidem omnia, nisi veriti essemus, ne iterum accideret, ut, quod unum in nostris rebus est novitatis decus et ornamentum, interim aliorum solertia, atque industria nobis praeriperetur.

A meatu auditorio exordiemur. In eo omittimus nunc quidem mobilitatem, quae inest in parte anteriori ejusdem

parietis exterioris, quippe quae ex depressore inferioris mandibulae musculo conficitur, quo fit, ut immutari diameter ipsius possit; rectam item ejusdem viam, variamque in variis volatilium speciebus a nobis perlustratam figuram, quae est in plerisque hemisphaerica, centrum verisimiliter in tympani membrana habens; qua una forte re contingit, ut non sit, cur aves auditorii meatus flexuositatem, longitudinemque, quibus intenduntur soni, quadrupedibus invideant. Haec, inquam, nec non et alia, neque levia, neque inutilia, in aliud tempus differimus.

Illud praetereundum non censemus, detexisse nos in tympano canalem illum, quem Scarpa in Tab. 2. fig. 15. litt. *e* exprimit, non modo arteriam continere *b* ab externa carotide ortam, quod nullus indicavit, verum etiam nerveum ramum, cum portione dura nervi auditorii comparandum, adeoque ad aquaeductum fallopianum praedictum canalem referendum esse, quod nemo suspicatus est; itemque in plerisque volatilibus eumdem longe magis, quam observavit Scarpa in pullis gallinaceis, circumambire ostium, portam antivestibuli a nobis nuncupatum (1) eo quod ingressum ad osseum tubum aperiat a Scarpa nuperrime descriptum, a nobis multo ante detectum, et antivestibulum dictum, qui ad rotundam, et ovalem fenestram ducit, et utramque in sui fundo continet. Constans praeterea, ac peculiare foramen tenui membrana obductum in parte posteriori ejusdem antivestibuli collocatum invenimus, quod antivestibuli fenestram diximus (2). Diametrum denique variam assecuti fuimus, variamque juxta varia volatilium genera figuram non modo cavitatis, verum etiam portae jam dictae ejusdem antivestibuli, quam in volatilibus nonnullis, ac praecipue in palumbis, quibus si pervulgatam venatorum opinionem attendamus, auditus hebes est, ac gravis adeo

(1) Tab. IV. fig. 2. litt. B. (2) Tab. III. fig. 2. litt. E.

angustam esse comperimus, ut ea vix tenue columellae corpus, de quo paulo infra erit dicendum, contineatur.

Jam vero in partibus, quae tympano continentur, praecipua inter ea, quae observavimus, haec sunt: brevitas, et latitudo processus lateralis superioris (1) cartilaginis columellae, seu ossiculi tympani, prae inferiori, ejusque curva productio (2) quae longiori, et anteriori processui, seu ejusdem capiti inserta anulum cartilagineum constituit; distantia etiam utriusque lateris processus (3) dictae cartilaginis columellae a tympani membrana, quae profecto distantia monet, processus, eosdem non posse eamdem membranam fulcire, tensamque, et convexam servare.

Ad haec accedit superius columellae ligamentum (4) ejusque tendinea in plerisque, in nonnullis, ac praesertim senioribus avibus magna ex parte cartilaginea substantia: nexus etiam duorum ligamentorum (5) non basi dictae cartilaginis, sed lateralibus ejusdem processibus: eorumdem quoque ligamentorum substantia, non membranacea, sed partim tendinea, et in aliquibus etiam cartilaginea, ne dicam in nonnullis senioribus avibus muscularem ferme visam esse.

De musculo autem a nobis multo ante detecto (6), cui membranam tendere incumbit, duo a nobis detecta sunt, alterum quidem est, ejus tendinem non in superiori tantum columellae processu inseri, sed acuta lente adhibita in plura, ac fere innumera filamenta divisum patere, quae diffunduntur, et inseruntur in universam tympani membranam, unde ipsa fortior redditur, et ad resonandum aptior, ne dicam filamenta illa ipsa pro tonorum varietate diversimode tendi. Alterum autem est, dum deorsum, et extrorsum columellam trahit, tendere non modo

(1) Tab. IV. fig. 5. A.
(2) Ibid. B.
(3) Ibid. E.
(4) Tab. IV. fig. 1. A. atque fig. 5. F.
(5) Tab. IV. fig. 1. B, C.
(6) Tab. IV. fig. 1. D. atque fig. 5. C. et Tab. III. fig. 1. B.

tympani membranam, sed per interpositum aqueum humorem etiam membranam fenestrae rotundae, quod novum profecto est, ac peculiare. Sed hac de re, deque ejus ratione et opportunitate, atque de provido naturae consilio, ut uno, eodemque ossiculo, uno etiam eodem musculo duas tendat in volatilium aure membranas variis, disiectisque locis appositas, fusius alias agemus.

In tympano demum chordam, humanae auris chordae persimiles, nobis acuta lente instructis inspicere fortuna concessit (1). Oritur illa superius ex duro nervo intra aquaeductum asservato, antequam ex eodem canali exeat, flectitur inferius prope minorem lateralem processum cartilaginis columellae, progreditur inde transverse ad corpus ejusdem columellae, atque vel ipsi, vel basi cartilaginis per cellularem alligatur, tandem ad os jugale pervenit (2), supra ejus angulum curvilineum porrigitur, eique adhaeret, ac postremo in oppositum tympani parietem defertur, atque ab ejusdem tympani cavo exit.

Ast ad labyrinthum veniamus, in quo diligentior investigatio abdita huc usque naturae opera nobis patefecit. In eo itaque periosteum observavimus crassiusculam, pellucidam, duriusculam membranam referre, quae universam ipsius cavitatem investit (3).

In cochlea autem, seu canali cochleae vices gerente, acuta lente adhibita observare datum fuit, ejusdem septum ex peculiari zonula duplicata, cartilaginea potissimum construi (4).

Progressum praeterea vidimus nervi cochleae, qui hujusmodi est; integer nervus, et immutatus intra zonulae modo dictae duplicaturam ad apicem usque cochleae porrigitur, ubi quidem in sensorium sic mutatur, ut eo in loco in elegantissimum flocculum, seu penicillum abeat (5), cui permulta

(1) Tab. IV. fig. 5, D, Tab. III. fig. 2. E.
(2) Tab. IV. fig. 1. F.
(3) Tab. IV. fig. 3.
(4) Tab. IV. fig. 3. B.
(5) Ibid. fig. 3. F.

sunt variae longitudinis, et crassitiei filamenta, omnia in Cottuniano humore libere natantia, nulla, quod conspici possit, in oppositam crassiusculam membranam inserta. Aliam etiam vidimus zonulam crassiorem, pulposam, albidam, liberam, brevemque, nullum proximum cum descriptis filamentis commercium praeseferentem, sed penicillum dumtaxat superius circumsepientem, quam ad nerveam medullaremque substantiam referres.

In vestibulo autem nobis se se obtulit ejus porta, foramen scilicet ad cochleae basim existens, quod cum in vestibulum introducat, ita eo nomine donare nobis placuit; se se item obtulit unus vel alter nerveus colliculus (1) ad eamdem vestibuli portam collocatus, quem nisi animum diligenter attendas, facile pro septo nerveo haberes membranae instar constructo, vestibuli portam claudente.

In canalibus porro semicircularibus insignem in primis eorum magnitudinem mirati sumus, quae tanta est, ut magnorum accipitrum canales semicirculares majores sint, quam semicirculares canales hominis, bovis, equi. Atque ut magnitudinem, ita et formam invenimus variam in generibus variis, adeo ut in anatibus, aliisque affinibus volatilibus canales illi non semicirculum, sed ellipticum acutum arcum praeseferant.

In singulis vero eorumdem canalium semicircularium cavitatibus singuli existunt nervei colliculi (2) iis, quos diximus, similes, quorum quidem origo ab extremitatibus est nervorum vestibulum adeuntium. Horum autem colliculorum discrimen a flocculo, seu penicillo cochleae magnum est; nullum quippe in iis filamentum, sed uniformis, mollis, ac pulposa substantia: ex quo formam sensorii auditus in canalibus semicircularibus a forma sensorii ejusdem in cochlea haud parum differre observatione hac nostra compertum est; quod

(1) Tab. IV. fig. 3. C.   (2) Tab. IV. fig. 3. A, D, E.

indicare videtur, aut unam eamdemque auditus sensationem in diversimode constructis sensorii partibus effici, aut ex sensationibus diversis unam componi, aut sensorii partes alias sonis servire aliis: quod postremum si esset, cochleae sensorio, quod inter caetera maxime compositum sit, primas forte in auditione perficienda dare deberemus.

Ut vero nulla ex penicillo cochleae, ita nulla ex illis colliculis nervea productio emanat, quantum quidem observare potuimus, quae membranae formam exhibeat. Quare avium auditus sensorium in his tantum colliculis, atque in illo penicillo, non vero in pulposa nervea membrana labyrinthum intus vestiente, quemadmodum de hominis, quadrupedumque aure autumant anatomici, constituisse natura videtur.

Postremo habet labyrinthus suam arteriam a nemine propositam, non exiguum scilicet arteriosum ramum a carotide productum, qui per peculiare, ac constans foramen (1) prope radicem canalis màximi collocatum in labyrinthum ipsum ingreditur, in ejusque cavum suas fundit propagines.

Haec de re anatomica in praesentiarum indicasse sufficiat: ex quibus colligitur volatilium aures plures partes cum auribus quadrupedum communes habere, quam ad haec usque tempora creditum fuerit, non paucas autem sibi proprias, quae solertissimorum Prosectorum industriam huc usque illuserunt.

At vero nostras de adumbratarum partium usu opiniones, nonnullaque inde deducta nova, nec inutilia corollaria cum ad audiendi rationem, tum ad physicam animalem pertinentia alio sermone complectemur, simulque ipsas modo vix commemoratas partes fusius describemus.

(1) Tab. IV, fig. 4. D.

DE MANZOLINIANA SUPELLECTILI ORATIO

HABITA IN SCIENTIARUM ET ARTIUM INSTITUTO

CUM AD ANATOMEN IN TABULIS

AB ANNA MANZOLINA

PERFECTIS

PUBBLICE TRADENDAM AGGREDERETUR

ANNO MDCCLXXVII

SENATORIBUS PRAESTANTISSIMIS

SEPTEMVIRIS

INSTITUTI SCIENTIARUM ET ARTIUM MODERATORIBUS

ULISSI GOZZADINO POETI BONFIGLIOLI

AD SANCTAM SEDEM PATRIAE ORATORI,

JOANNI FRANCISCO ALDROVANDO MARISCOTTO COMITI

EQUITI REGII ORDINIS S. STANISLAI POLONIAE,

PIRITHEO MALVETIO MARCHIONI

JOANNI LAMBERTINO PRINCIPI

ORDINIS SS. MAURITII ET LAZARI MAGNO IN URBE PRIORI, EQUITI MELITENSI

JOSEPHO ANGELELLO MARCHIONI

HISPANIAE INFANTIS PARMAE DUCIS CUBICULARIO,

LUDOVICO SAVIOLO FONTANA COLTELLO COMITI

BAVARIAE DUCIS CUBICULARIO, ET INTIMO CONSILIARIO,

ANTONIO BOVIO SILVESTRI MARCHIONI

ALOYSIUS GALVANI

Fel.

Cum summus et genere, et dignitate Vir consiliis, rationibus, et auctoritate superioribus diebus me adducere conaretur, ut, quam Orationem de Manzoliniana supellectili nuper in Scientiarum Instituto recitavi, eam typis mandarem, tria me potissimum retardabant, quominus ejus voluntati obsequerer; quotidiana omnium ferme, qui libros edunt consuetudo; et mea atque Manzolinae dignitas, et existimatio. Qui enim

suos hodie libros typis describi curant, ii plerumque in iis litteris, quas eisdem operibus praemittunt, aut natura monente se id fecisse dicunt, quae non videretur ferre posse, ut suorum veluti foetus ingeniorum perpetuo in scriniis delitescere, vel etiam interire facile paterentur; qui dum naturae ipsius vocem in eo audire videri volunt, gloriosi, sibique praefidentes vulgo existimantur: aut invitos se et coactos sua, ajunt, librario exscribenda, atque cudenda dedisse, ne Eruditorum judicio nihil tribuere, officiumve deserere viderentur; qui itidem ipsi qua oratione id se putant esse consecuturos, ut pudentes, neque suarum lucubrationum nimium amantes habeantur, eadem illa oratione afferunt suspicionem sibi maxime adversariam artificii, ut nemo fere sit, qui non illos callide potius quam ad veritatem fuisse locutos existimet. Itaque vix, aut nullo modo fieri posse intelligebam, ut ne in reprehensionem incurrerem, sive arrogantiae, si nihil de stimulis incitamentisque dicerem, quae ad hanc rem habui maxima; sive calliditatis, si haec ponerem, quae tamen sunt verissima, me non mea sponte ac voluntate, neque inani quadam gloriae cupiditate, sed auctoritate et hortationibus impulsum amplissimi Viri, Orationem hanc, qualiscumque sit, in manus hominum pervenire sivisse; praesertim cum nominari se nolle dixerit, qui mihi fuit ad hanc rem auctor, et incitator: quorum utrumque quantopere mihi esset ad ferendum molestum, per se quisque, etiam tacente me, facile intelligit. Jam illud etiam verebar, ne quae laudes Manzolinae non sine approbatione aliqua exceptae fuissent cum recitarentur, eaedem si publici juris fierent, et sub oculis ponerentur, decus omne, atque ornamentum amitterent. Itaque timebam, ne et qui consulere tantae Mulieris immortalitati deberem, ejus gloriam, virtutemque obscuravisse viderer: et ipse existimationis, qua nihil omnes habemus antiquius, jacturam aliquam facerem: quibus demum rebus nihil mihi accidere posset intolerabilius; cum saepe illud contingere videamus,

ut quae audita placent, et probantur, eadem lecta displiceant, et condemnentur. Quod quidem ne nostrae potissimum eveniret Orationi vehementer metuebamus; qui cum eam aequi bonique fieri vidimus, illud continuo cogitavimus, non incommode fortasse illam fuisse a nobis pronunciatam, qui efficere potuerimus, ut qui multis in locis nobis ipsi displiceremus, Auditoribus tamen non nihil satisfaceremus: quippe qui non ignoramus; eam nullo non tempore fuisse actionis vim, nt ei summi ipsi Eloquentiae Magistri primas, secundas, tertias, quartas tribuerint. At cum idem ille Nobilissimus Vir me iterum convenisset, illudque demum retulisset, ita Vos, Amplissimi Instituti Praefecti, Manzolinae opera, meaque studia, ac labores tueri, ut meam Orationem, si typis mandaretur, vestro nomine honestare non recusaretis; continuo mutavi consilium, illiusque voluntati libentissime snm obsecutus. Quis enim putet mentiri me publice apud Vos ea in re, cujus Vos rei in primis, si minus vera esset, convincere me falsi possetis? quo nihil mihi esset turpius; quod sane praestitissem, si quidem affirmassem, summa dignitate Virum auctorem mihi extitisse, ut Orationem hanc ederem, eumdemque fuisse pollicitum, illam Vos vestris auspiciis tutaturos; neque tamen fuisset quisquam, qui tale aliquid a me petiisset, qui me ea in re suo consilio juvasset, suaque auctoritate impullisset. De Manzolinae autem laudatione, cum ea vestro nomini inscripta appareat, quid imminui potest? cum ejus patrocinium suscepissse Vos tam insigni significatione declaraveritis; Vos, inquam, quos non praeclara tantum, ac nobilissima stirps, sed doctrina in primis, atque singularis in omni Scientiarum genere eruditio huic Instituto praeficit. Accipite igitur, Viri amplissimi, quam vobis sisto, Orationem, indicium mei erga Vos cultus, atque observantiae. Vos me, Vos Manzolinae, mulieris clarissimae, cunctaeque Civitati charissimae, laudes, qua consuevistis humanitate, in vestram fidem tueri, ac conservare

nunquam desinite. Valete interea, Viri amplissimi, atque, ut facitis, Institui rem bene, ac feliciter gerite.

DE

MANZOLINIANA SUPELLECTILI

Oratio.

Quod nostra haec Academia, quod omnes Docti, quod universa Civitas, quod nos maxime exoptavimus, ut humani corporis partes ab Anna illa Manzolina, quae omnes, qui retro fuerunt Artifices, longe, multumque superavit, ex cera efformatae in hoc Artium, Scientiarumque domicilio demum collocarentur, id aliquando factum esse vehementer laetamur, Auditores. Hac enim re cum publicis votis, nostroque desiderio satisfactum est; tum illud etiam consecuti sumus, quod ab Instituto condito Senatui, Populoque Bononiensi semper propositum fuit, ut hujus loci dignitati, Patriaeque bono sit maxime consultum. Benedictus enim XIV, quem Patriae Patrem merito nominamus, pro incredibili illa, qua flagrabat in nos, charitate, conduxit ille quidem magno pretio Herculem Lellium, hominem inventionis laude clarissimum; qui signa, atque humani corporis formas ex cera effingeret, quae hic ponerentur. At quis diffitebitur, Summum Pontificem, morte praeoccupatum, rem tantam absolvere non potuisse? Nam musculos tantum ex cera, et ossa in Sceleton mira arte connexa, quae ad instituendam Juventutem Picturae, et Sculpturae deditam satis esse videri possent, perfecit Lellius; quae in proximo conclavi videtis: at desiderabantur ea quae in anatomica re et potissima essent, et majorem haberent utilitatem, quibus

Chirurgi etiam, et Medici possent erudiri; quae nunc demum Patrum voluntate, ac consilio suppetunt. Quis autem sibi persuadeat, communem hanc omnium nostrum Parentem Patriam contentam hoc in genere iis esse potuisse, ex quibus ornamentum solum peteretur; ea vero minime curavisse, quae ad suorum Civium salutem, incolumitatemque conservandam, reddendamque maxime conferrent? Qui sputet, Benedictum ipsum Pontificem Maximum, qui pro sua animi magnitudine, quod summum esset, omnibus in rebus spectaret, non et Chirurgorum, et Medicorum studiis, et commodis consulere voluisse; praesertim cum decrevisset, ut, mortuo Lellio, alius in ejus locum sufficeretur, qui non modo Doctor esset renuntiatus, sed qui in Archigimnasii Lectorum, in hujus Instituti Professorum, in Academicorum Benedictinorum numero esset, qui Anatomen profiteretur, qui a Senatu eligeretur, ut hic eam publice traderet? Quid enim necesse fuit jubere, ut Magister deligeretur, qui omnia haberet ad Chirurgiam, et Medicinam adjumenta, siquidem Sculptores tantum, Pictoresque auditores haberet, qui, si ea norint dumtaxat, quae ad ossa, atque ad externos musculos pertinent, beati sibi esse videantur? In quam tamen orationem vel invitus descendi, ne quid de me ipso, quod a meis moribus est omnino alienum, praedicare viderer, qui, Hercule mortuo, summo hujus Instituti Praefectorum, et amplissimi Ordinis beneficio, primus ad hoc munus obeundum sum constitutus: sed malui impudentior videri, quam praeterire ea, quae cum ad rem maxime pertinerent, tum essent verissima, et cum laude conjuncta ejus Pontificis, qui et de Patria, et de hoc Instituto sit optime meritus. At haec quamquam maxime valeant ad ostendendum et in hac re, sicut in omnibus semper, viguisse Patrum studia, et auctoritatem, qui, re hic anatomica augenda, praeclarissimum inceptum, cujus absolutionem boni omnes expeterent, perfecisse visi sunt: tamen, si Manzoliniana opera aut tantam

utilitatem non haberent, quantam indicavimus; aut nihil in iis esset, quamobrem sese ipsa praecipua quadam ratione commendarent; non me tantopere haec anatomicarum tabularum copia, et elegantia commoveret, nec tanta afficere voluptate, quantam prae me fero: sed utrumque in illis est, et summa utilitas, et singularis praestantia; quod et Vos profecto, Auditores, probaturos confido, si me dicentem attento, benevoloque animo, quod spero, excipietis.

Atque ut intelligatis, Auditores, quantum Juventuti (ejus enim progressionibus omnia, quae in his aedibus sunt, potissimum servire Patres voluerunt) haec Manzoliniana supellex sit allatura utilitatis, superiorum, quaeso, temporum memoriam repetite, cum propter anatomicarum tabularum inopiam, unam Osteologiam, atque Mysiologiam Auditoribus quotannis tradere coacti essemus. Quoties enim nobiscum ipsi conquerebantur, quod eadem semper audirent? Quod ad eas partes, quas habet anatomica facultas utiliores, nunquam progredi liceret; qui illis assidue eam, quae de musculis, atque ossibus est, doctrinam aperiremus? Non enim his in posterum angustiis detinebimur, cum longe plura, eaque utilissima, suppetant aliquando, quibus illorum studiis, ac voluntati cumulatissime satisfaciamus. Atque hic quamquam video, quantum ad utilitatem hujus operis illustrandam prodesset, omnes ejus partes recensere; tamen et quod multis interpositis earumdem partium laudibus, quae ultro occurrerent, longius, quam par est, progrederemur, et quod ad majora etiam festinet Oratio, quaeso, Auditores, ut patiamini, ea a me praeteriri, quae in posterum nostris Auditoribus commodius aperiemus, cum omnia ea trademus, quae ad foetus Osteologiam, atque ad ossium, nervorum, musculorumque compagem, structuram, et numerum, et usum maxime pertinent. Nihil itaque de his dicam; nihil etiam de generationis instrumentis, nihil de urinae viis, nihil de vocis, nihil de sensuum organis, nihil demum

de tot aliis a praeclara Muliere mirabiliter constructis partibus afferam; quin illud etiam tacebo, quantam utilitatem Anatome ipsa per has tabulas adepta sit, quae illud aliquando assecuta est, ut nihil jam habeat, quod ipsos delicatulos a sui amore avertat. Neque enim hae, ut verae, ac naturales cadaverum partes, quidquam habent tetri, ac putridi, quod stomachari, ac moleste ferre vel molliores possint: quin, ut sunt pulchrae, et elegantes, alliciunt etiam ad cognoscendum, incredibilemque quandam afferunt ediscentibus voluptatem: haec inquam, omitto, Auditores, atque ad ea continuo venio, quae hujusmodi tabulae afferunt ad instituendam Juventutem adjumenta. Itaque illud affirmo, in his tabulis, quo modo sunt positae, ac comparatae, uno fere oculo ictu naturalem partium formam, progressum, directionem, situm longe melius perspici, quam in partibus e cadaveribus eductis, et eo, quo Anatomici solemus, more sectis, ac paratis conspiciantur: quo quidem ad erudiendam Adolescentiam nil potest esse utilius. Atque ut a figura exordiar, quae inesse naturalis, ac vera forma potest iis partibus, quae a cadaveribus exemptae, manibus, id quod necesse est, contrectantur, quae a fluidis sunt inopes, quae aeris vi arescunt, quae propria elasticitate corrugantur, quae super tabulas extenduntur, volsellis trahuntur, acubus firmantur? Quid dicam de earumdem partium situ, directione, et progressu? Putabimus, naturalem vasorum situm, directionem, progressum servari posse, sejuncta pinguedine, sublatis partibus iis, quae ipsa fulciebant, vinculis membranosis, quibus detinebantur, sectis, ademptis curvis illis variis, atque angulis, quos illa describant, iisdemque vasis ad rectam lineam, ad idem planum omnibus deductis? Credemus, naturalem musculos situm, directionemque retinere, cum ab uno saltem termino, cui affigebantur, sejuncti sint, cum filis, et acubus diversas in partes ab Anatomicis trahantur? Existimabimus, nihil a naturae situ, directioneque discedere

membranas, si explicatae, si collapsae, si supra tabulam fuerint extensae? Erit idem subtilissimorum nervorum situs, progressus, directio, atque in integro corpore esset, cum eos a cadaveribus exemeris; quos nisi in omnibus fere punctis fulcias, ac sustineas (id quod vix, ac ne vix quidem fieri potest), ne in exigua quidem eorum parte suspendere, et in situ, ac directione servare possis? tanta est eorum mollities, flacciditas. Una, una erat profecto haec ars, quae tot, tantisque incommodis mederetur: quae ex cera primum quidem ductili, mox vero firma ac dura, partes ennaratis similes ita construeret, ut non modo veram, ac naturalem earum figuram ad amussim exprimeret; verum etiam integras, incolumesque, nullo subjectarum, vicinarumque partium, aut fallacium artificiorum praesidio adhibito, servaret; quamvis eaedem essent et ad summam tenuitatem redactae, et a caeteris sejunctae, et elevatae, et erectae, et flexae, et in spiram ductae, et extensae, et ab uno extremo ad alterum productae, et una parte adhaerentes, altera liberae. Quid plura? Quidquid cadaverum partes Anatomicorum more paratae naturalis figurae situs, directionis, progressus amittunt, id tabulae, de quibus loquimur, iisdem tribuunt; si quid desit, sarciunt; ut non facile constituas, utrum magis haec ars naturae, an natura huic arti debeat. Inspicite, quaeso, Auditores, tabulas, quae in proximis conclavibus asservantur: contemplamini, ut multa praeteream, oculorum musculos intra orbitam collocatos, suspensos, suis terminis affixos, cum a se, tum a nervo optico longe dissitos: ut sunt naturali figura praediti! ut verum situm, ut veram, propriamque directionem obtinent! Inspicite oculorum membranas; intuemini tenuem choroidem, suspensam, mobilemque iridem, mollissimam retinam: sunt ne eae ita in suo situ, in suaque directione omnes collocatae, ut iris in aqueo humore innatare videatur; choroides vero, et retina, quamvis cum a se, tum a sclerotica sejunctae, oculi tamen bulbum, qui vacuus

omnino est, turgidum, et plenum praeseferant? Inspicite exiguissima testium vasa, multiplicesque eorum circumvolutiones, ordines, anastomosesque: nonne ita in naturali situ omnia servantur, licet incredibilem obtineant tenuitatem, ut tota eorum compages, et tenuissimum rete efformet, et testium nihilominus formam adhuc exhibeat? Inspicite demum, ut multa alia omittam, in aure non modo tenuissimum illum nerveum ramum, qui chordam tympani constituit, verum etiam duri nervi propagines ad musculum internum mallei, et ad stapedium delatas: quamvis, tenues adeo sint, ut visum penitus effugiant; videtis tamen eas intra tympani cavitatem, in quam ne digitos quidem inferre possis, collocatas, et liberas, et extensas, et praedictis insitas musculis. Quod profecto nemo unus praestare potest, nisi qui tantam adhibeat diligentiam, dum cadaverum partes in situ collocatas in exemplum sibi proponit, ut suas conficiat, quantam praestantissima Artifex adhibuit, eaque, qua ipsa excellebat, anatomicis in rebus solertia, atque doctrina polleat. Qui posset, quaeso, Auditores, non dicam idem, sed ne simile quidpiam, in oculorum musculis, atque membranis, in testium vasis, in subtilibus demum aurium nervis Anatomicorum more e cadavere sectis, paratisque assequi? Qui posset idem ostendi? Sed fac, possis; quod tamen ab experientia, et veritate longe abest: haec ita comparata quamdiu perdurabunt? Saepe ne accidit, ut multorum dierum opus, et labor exiguo temporis spatio, caelo potissimum calido, humidove, labefactetur; ut omnem sibi ademptam intelligas praedictarum humani corporis partium observandarum facultatem? At nostrae prae tabulis ab Anatomicis paratis id utilitatis habent, ut semel constructa numquam immutentur; semper pateant; semper inspici, contemplarique possunt, quacumque tempestate, quacumque aeris, caelive vicissitudine, quacumque die, hora quacumque. Quem igitur ex cadaverum partibus confectae tabulae saepe negant ad perdiscendum aditum, eum

nostrae adolescentibus harum rerum studiosis assidue praebent amplissimum. Hae vestris commodis, Juvenes optimi, prae illis inserviunt. Hae rei difficultati, hae ingegniorum etiam, si opus sit, occurrunt tarditati. Quae cum ita sint; habeant quidem magnam utilitatem paratae ab Anatomicis tabulae, Professorum industriam praeseferant, diligentiam, doctrinam; at nostrae, quae partium figuram, directionem, situm, progressum apertius, verius, accuratius ostendunt; eaedemque sunt semper; quis inficiabitur, utilitatem prae illis habere longe majorem? At enim sunt ne haec Manzolinae operis adeo propria, ut nihil cum caeteris hujusmodi supellectilibus commune habeant? Non usque eo Manzolinianae tabulae me tenent, Auditores, ut iis nihil simile, nihil etiam, si libet, elegantius inveniri, aut effingi posse existimem; praesertim cum in ea urbe simus, in qua ut summi, et rara industria, ac doctrina Professores sunt, sic praeclaros, et admirabili arte Sculptores habemus: hoc tamen dico, Manzolinae opus non pauca sibi peculiaria habere, quae in caeteris hujusmodi studiis desiderantur; quarum rerum causa, integra aliorum Professorum, Artificumque dignitate, illud longe nobis antecellere omnibus videatur. Quae enim res, sin minus novitate, at certa quadam in suo genere perfectione primae sunt; eas omnium in se oculos convertere nemo negabit. Nimis enim angustis limitibus plerumquè hominum ingenium et vita coercentur; ut idem et invenire valeat rem, et perficere. Quamobrem etsi inventio sit summopere commendanda; tamen interdum contingit, ut rerum illustratores, perfectoresque magis, quam ipsi inventores, laudibus extollantur: quin accidit illud etiam non raro, ut inventionis landes illustratoribus magis, quam inventoribus tribuantur: fortasse quod res primo inventae aut exiguum, aut non adeo latum in societate usum habeant: perfectae autem maximam semper habent utilitatem; ut propterea homines perfectoribus magis, quam rerum inventoribus, debere se

intelligant. Hac de causa, ut opinor, inventio circulationis sanguinis Arveo ab universo litteratorum hominum coetu conceditur; Hallero vero maximam gloriam irritabilitas comparavit: quamvis ante Arveum Paulus Sarpius, clarius vero Caesalpinus sanguinis circulationem aliquo modo indicassent; et ante Hallerum Glissonius, aliique de irritabilitate nonnihil attigissent. Reges, viri Principes, Optimates, qui suas domos pro generis, et nominis dignitate ornamento esse suis urbibus volunt, quanto studio, quantis etiam impensis tabulas, signa, vasa comparant, quae sciant ab iis esse facta, non modo qui auctores, sed etiam, qui ferantur earum artium fuisse illustratores, perfectoresque? Quis nescit, ante Phidiam, et Apellem Sculptores alios, Pictoresque vixisse, quibus prima inventionis laus debeatur. Horum tamen homines obliti, illorum modo, qui artem perfecerunt, opera magna auri vi undique conquirunt. Nostri etiam hujus Instituti auctores, nobilissimi Viri, quam diligenter in eam curam incubuerunt, ut in hoc Scientiarum domicilio, quod omnibus ad visendum patere voluerunt, plura essent, quae advenae ipsi in hoc genere suspicerent, atque admirarentur! Quae cum ita sint, clarior ne caeteris hujusmodi Anatomicis supellectilibus, et illustrior habenda est Manzoliniana: quae prima tantam in suo genere perfectionem exhibuit, ut non crassiores tantum, facilioresque humani corporis partes, quales caeterae hujusmodi ante ipsam supellectiles referebant, sed tenuissimas etiam, difficillimasque ad sensoria, atque ad organa vocis, generationisque pertinentes partes ex cera, aliaque materie fabrefactas, prima inquam, ad videndum praebuerit? Quae prima non modo in hac urbe, sed in universa Italia, ac pene dixerim in universo Orbe in lucem prodiit, quaeque et nostris, et exteris hominibus exemplum praebuit, easdem humani corporis tenuissimas partes, aliasque iis similes eadem arte effingendi? Jam cujus id generis opera tantam famam suo compararunt Artifici, quantam Manzolinae sua? ut propterea

praestantissima Mulier in Mediolanensium, in Londinensium, in Petropolitanorum Academias amplissimis conditionibus arcessita fuerit, ut ei statuae fieri curarentur, ut numismata cuderentur, ut Fulginensium, ut Florentinorum Academiae, ut qui in his ipsis aedibus sedem habent Clementini in suorum illam numero ultro adscripserint, ut celeberrimi illam, gravissimique viri suis scriptis commendarent, ut nemo, non dicam, qui in anatomicis esset versatus, sed qui liberalibus paulo studiis imbutus esset, nemo Princeps vir in hanc urbem venerit, qui non haec opera videre, ipsamque artificem alloqui, et de facie noscere vehementer optaverit? Sed quid ego haec honoris, existimationisque argumenta, quae merito huic Mulieri sunt tributa, commemoro? Praesertim cum unum sit, quod, licet caetera desiderarentur, satis per se esse deberet, ut immortalitati ejus nomen commendaretur; cujus quidem nos omnes, nos, inquam, et caeteris nationibus, et posteris etiam testes esse possumus. Etenim quis nostrum ignorat, tum cum Josephus II. Caesar semper Augustus, cujus numen, majestatemque praesentis suspeximus, primum in hanc urbem venit, de Anna Manzolina praecipue quaesiisse? Cum vero multo post idem ad nos rediisset, nonne scimus, statim eam adiisse, ejus opera diligenter, summaque cum animi admiratione observasse, diu, multumque cum illa locutum esse, aureoque numismate, in quo sua esset imago, Mulierem donatam esse? Quod si in maxima habetur laude, a laudato viro laudari, quid illustrius esse, aut fingi potest, quam a summo Romanorum Imperatore, ab eo, quem et sapientissimum ipsum, et sapientum existimatorem maximum cognovimus, Manzolinam et doctam foeminam, et praestantem, et singularem esse habitam. O verae gloriae, et laudis indicia! O apud omnes nationes, populosque merito celebrandam Mulierem! O dignam, de qua nulla unquam aetas conticescat! An haec sunt, per vestram fidem, Auditores, aut cum primis, aut cum caeteris deinceps

constructis similibus anatomicis supellectilibus communia? An aemuli, aut invidi notam subibo, si dixero, caetera hujus generis studia laudes quidem promereri summas, magnam existimationem suis auctoribus comparasse; sed tamen peculiaria quaedam Manzolinianum studium habere, quae nullum sit adhuc assequutum, in quo illustratam, perfectamque artem omnes admirantur, quod scriptis celebratum sit summorum hominum, quod viri multi Principes, multique alii et nobilitate, et litteris praestantissimi fama permoti, quae de eo ubique gentium est, sua praesentia honestaverint, maximeque laudaverint? Opus autem tantum, tantisque nominibus praestantissimum in privatis aedibus diutius servari debebat, neque in hoc loco, in quo non utilia tantum, sed rara etiam, ac singularia undique collecta sunt, tamquam in propria sede collocari? Quod si illud dixerim, nonnihil etiam accedere pretii huic supellectili, quod a Muliere facta sit? Vera ne dicam? Artes, et scientias a Viris coli, qui ab ipsa natura ad eam rem comparati esse videntur, non est admodum rarum: at Mulierem, quae lanae, ac telae nata esse videtur, scientias, et artes non attingere solum, sed etiam sapientissime pertractare, sed amplificare, et pene dixerim perficere, nonne hoc adeo rarum est, ut omnium in se animos, oculosque convertat? In Manzolina autem id mirabilius debet videri, quod duas ea artes tam dissimiles, tam etiam difficiles, sed omnino ad hujusmodi conficienda opera opportunas, ne dicam necessarias, Sculpturam, et Anatomen, prima ita conjunxerit, ut in utraque excelleret: praesertim cum muliebris natura adeo mollis sit, et timida, ut quantum ad elegantiora opera aptissima esse cognoscitur, tantum his studiis videatur inepta; quae saepius ad ipsius cadaveris nomen et animo cadere, et nauseare, et pallescere soleat. Nemo autem vestrum ignorat, Annam Manzolinam, dum ejus Vir operam Lellio artifici optimo praestaret suam in fingendis e cera musculis, quos suo in loco

in sceleto disponeret, nemo, inquam, ignorat, virili animo Mulierem, ut de conjugis sui clarissimi labore aliquid imminueret, cadaverum foetore contempto, et proprii sexus laxitatis, imbecillitatisque oblitam, in difficili, ingratoque opere opem ei ferre instituisse. Itaque primo Anatomen excoluit, deinde Sculpturae artem sibi diligentissime comparavit; tantumque et summa ingenii vi, et dexteritate, qua pollebat, profecit, ut paucorum annorum spatio et Magistri Lellii, et Viri sui scientiam, facultatemque non modo assequeretur, sed longe etiam superaret. Tantum accuratam illam agendi rationem et assiduitatem, quae mulierum maxime propria est, tantum earum etiam ingenium, nisi plerumque in summa ignorantia, veluti in deterrimo carcere, contabesceret, valere intelligimus. Hinc Mulier egregia non tantum majores partes, ut sunt musculi, quos primus, ut paullo ante diximus, in cera sculpsit Lellius, Manzolini opera adjutus, e cera conflare didicit; sed prima subtiliores jam recensitas, tenuioresque humani corporis partes, quae visum quasi effugerent, ex eadem cera, aliaque materia effingere ausa est, tanta praestantia, tanta veritate, tantaque felicitate, quantam dixi, et vos, Auditores, oculis ipsis vestris cernere potestis. At dicet quispiam: hoc, quod tantopere commendas, opus jam multis ex partibus, vel temporum injuria, vel hominum negligentia comminutum, pristinum illum nitorem, elegantiamque amisit. Ita ne? Nolo mihi quidquam etiam jurato credatis: jam unicuique patent, jam omnium oculis tabulae in proximis conclavibus propositae sunt ad intuendum: ipsas inspicite: judicate. At inquiens, hoc opus vetustate obsolescet. Obsolescet? Dici id quidem, et esse de inventis aliis, perfectisque operibus potest: de hoc vero nulla prorsus ratione. Caetera quidem a posteris saepius ita immutari, augeri, perfici possunt, ut quae primo confecta sint, tamquam imperfecta, et ferme inutilia obsolevisse tandem videantur. At nostrae Mulieris opus nullos hujusmodi casus patietur. Nam cum

naturam apprime, ut demonstravimus, imitetur, quae una eademque semper est, sibique constans, alia quidem similia opera construi poterunt, et ea, si libet, nostro etiam elegantiora, magisve ornata, et aspectu jucundiora; at verius non item: itaque idem semper nostrum manebit, et primum, et utilissimum, et nominis fama, ac celebritate praeclarissimum; neque ulla unquam illi aetas nocebit. Tale itaque opus, quod nostrae civitati, quod huic clarissimo loco tanto ornamento esse intelligimus, aequo ne animo pateremur, ut alio delatum, aliam potius, quam nostram urbem, omne in posterum tempus honestaret, illustraretque? Fingite, quaeso, animo, Auditores, sinistro id quodam fato accidisse, ut alio id opus esset importatum: quam se beatam illa civitas putaret, quae illud haberet! Quantopere gauderet, propter singulare ornamentum, et summam utilitatem, quam suis civibus accessisse cognosceret! Quantum denique efferretur eo ipso, quod suum effecerit non postremum nostrae hujus urbis, quae studiorum Mater et appellatur, et est, ornamentum! Nos autem quo tum essemus animo; dum exterorum vel tacitas, vel apertas interdum reprehensiones audire cogeremur? Sed finis sit. Neque enim volumus quidquam de hujus diei laetitia, ne fingendo quidem, nobis adimere. Illud vero laetemur, proprium nobis, atque huic loco perpetuum jam esse hoc Studium, quod utilitate nulli sit secundum, inventionis autem, illustrationisque laude, artificisque dignitate, ac celebritate omnium facile princeps. Verum quo magis hoc justissimo gaudio complemur, et magis amplissimorum horum Virorum, qui huic Scientiarum domui praesunt, beneficium recordamur, eo magis, quae illis gratiae habendae, et agendae sint, intelligimus. Quapropter illis in primis, quorum opera, atque consilio praeclara haec supellex huic loco comparata est, gratias qummaximas agat Patria: agat Pio VI. Pontifici Maximo, quem sibi, quem communi Reipublicae christianae, quem hujus urbis, atque imperii bono, ac

felicitati diu incolumen a Deo Optimo Maximo servari exoptamus; qui horum amplissimorum Virorum studiis, ac voluntati tam facile se praebuit; qui etiam novum huic supellectili addidit decus, quod sua illam auctoritate, suisque imperiis dignam judicavit: agat demum Ranutio Senatori amplissimo, qui superioribus temporibus primus hoc idem Studium Patriae servavit; nunc autem facile domum suam eo passus est spoliari ornamento, quod magnificas illas suas aedes faceret illustriores. His, inquam, gratias agat Patria: agat ex beatissima illa sede, in quam migrasse confidimus, ipsa Manzolina, cum suum tandem desiderium, quod ea mihi etiam saepius, dum viveret, significavit, ut nempe praeclaro hoc in loco suum opus collocaretur, videat expletum; quae hoc sibi unum moriens nonnihil dolere dixit, quod nondum certum sibi, exploratumque esset, num suae industriae, suorumque laborum, quod potissimum in suo opere conficiendo spectasset, fructum perpetuo sui essent cives capturi. Agant celeberrimi hujus loci Professores, quibus nihil charius, nihil optatius esse debet, quam ut hic idem locus locupletetur in dies, et illustretur. Vos demum agite, spectatissimi Juvenes, quod hujus operis praesidio facilior vobis, jucundiorque ad anatomicam facultatem aperitur via, quodve qui vobis progressus ad plures annos, si nova supellex anatomica esset condenda, prorogari necesse fuisset, ille nunc ne ad brevissimum quidem tempus differtur. Ego vero, cujus ob hanc ipsam supellectilem dignitas est aucta, quique amplissimis his Viris cum multis nominibus, tum hac de causa magnopere debeo, non modo gratias, quas possum maximas ago, sed habebo etiam dum vivam; illudque pro virili parte enitar, ut creditam mihi Juventutem in anatomica facultate erudiam, atque ut illud incrementum, illamque perfectionem anatomicum hujusmodi studium consequatur, quam et illi cupiunt, et vehementer volunt. Id enim sibi etiam proposuerunt amplissimi Viri, cum tam primam,

tam utilem, tam affabre absolutam, tantaque celebritate commendatam supellectilem compararunt, ut Nos, et summos nostrae urbis Professores, Artificesque non modo praemiis, sed etiam laudis amore, sed gloriae contentione ad anatomicam hic rem augendam, perficiendamque allicerent, excitarent, impellerent. Dicebam.

DE

VIRIBUS ELECTRICITATIS

IN MOTU MUSCULARI

COMMENTARIUS

DE
VIRIBUS ELECTRICITATIS
IN MOTU MUSCULARI.(a)

Optanti mihi, quae laboribus non levibus post multa experimenta detegere in nervis, ac musculis contigit, ad eam utilitatem perducere, ut et occultae eorum facultates in apertum, si fieri posset, ponerentur, et eorumdem morbis tutius mederi possemus, nihil ad hujusmodi desiderium explendum idoneum magis visum est, quam si haec ipsa qualiacumque inventa publici tandem juris facerem. Docti enim praestantesque viri poterunt nostra legendo, suis meditationibus suisque experimentis non solum haec ipsa majora efficere, sed etiam illa assequi, quae nos conati quidem sumus, sed fortasse minime consecuti.

(a) Dietro un esattissimo confronto delle due edizioni di Bologna e di Modena di questo memorando Commentario (V. Rapporto pag. 4.) abbiamo approfittato, per la presente edizione, dell' una e dell' altra delle medesime; ci siamo però attenuti particolarmente alla seconda come più corretta, ed anche per le tavole delle figure più semplici e distinte che nell' altra, non trascurando di fare a queste le correzioni tutto che lievi, che ci vennero suggerite nel riscontrarle diligentemente col senso del testo. Quell' esattissimo confronto ci fu favorito dal ch. signor Don Alessandro Rusconi professore di filosofia e fisica nel Seminario di Cento. Ei ci fu pure cortese di due esemplari da lui corretti con tutta diligenza dell' Opusculo – *Dell'Arco conduttore* –, e delle – *Lettere allo Spallanzani* –, de' quali parimente ci varremo.

Equidem in votis erat, sin minus perfectum, et absolutum, quod numquam forte potuissem, non rude saltem, atque vix inchoatum opus in publicam lucem proferre; at cum neque tempus, neque otium, neque ingenii vires ita mihi suppetere intelligerem, ut illud absolverem, malui sane aequissimo huic desiderio meo deesse, quam rei utilitati.

Operae itaque pretium facturum me esse existimavi, si brevem, et accuratam inventorum historiam afferrem eo ordine, et ratione, qua mihi illa partim casus, et fortuna obtulit, partim industria, et diligentia detexit; non tantum ne plus mihi quam fortunae, aut plus fortunae quam mihi tribuatur, sed ut vel iis, qui hanc ipsam experiendi viam inire voluissent, facem praeferremus aliquam, vel saltem honesto doctorum hominum desiderio satisfaceremus, qui solent rerum, quae novitatem in se recondunt aliquam, vel origine ipsa principioque delectari.

Experimentorum vero narrationi corollaria nonnulla, nonnullasque conjecturas, et hypotheses adjungam eo maxime consilio, ut novis capiendis experimentis viam sternamus aliquam, qua sin minus ad veritatem pervenire possimus, novus saltem ad eamdem aditus aperiatur. Res autem ab hujusmodi profecta initio est.

PARS PRIMA.

DE VIRIBUS ELECTRICITATIS ARTIFICIALIS IN MOTU MUSCULARI.

Ranam dissecui, atque praeparavi ut in fig. 2. Tab. V., eamque in tabula, omnia mihi alia proponens, in qua erat machina electrica fig. 1., collocavi ab ejus conductore penitus sejunctam, atque haud brevi intervallo dissitam; dum scalpelli cuspidem unus ex iis, qui mihi operam dabant, cruralibus hujus ranae internis nervis DD casu vel leviter admoveret, continuo omnes artuum musculi ita contrahi visi sunt, ut in vehementiores incidisse tonicas convulsiones viderentur. Eorum vero alter, qui nobis electricitatem tentantibus praesto erat, animadvertere sibi visus est, rem contingere dum ex conductore machinae scintilla extorqueretur fig. 1. B. Rei novitatem ille admiratus, de eadem statim me alia omnino molientem ac mecum ipso cogitantem admonuit. Hic ego incredibili sum studio, et cupiditate incensus idem experiundi, et quod occultum in re esset in lucem proferendi. Admovi propterea et ipse scalpelli cuspidem uni vel alteri crurali nervo, quo tempore unus aliquis ex iis, qui aderant, scintillam eliceret. Phoenomenon eadem omnino ratione contigit; vehementes nimirum contractiones in singulos artuum musculos, perinde ac si tetano praeparatum animal esset correptum, eodem ipso temporis momento inducebantur, quo scintillae extorquerentur.

At metuens, ne ii ipsi motus a cuspidis potius contactu,

qui pro stimulo forte esset, quam a scintilla orirentur, eosdem nervos iterum eadem ratione in aliis ranis cuspide tentavi, et quidem gravius, quin ulla tamen scintilla tunc temporis ab aliquo eliceretur; at nulli omnino visi sunt motus. Hinc mecum ipse putavi, forte ad phoenomenon inducendum et contactum alicujus corporis, et scintillae jactum una requiri. Quamobrem scalpelli aciem iterum nervis apposui immotamque detinui, tum quo tempore scintilla extraheretur, tum quo tempore machina perfecte quiesceret. At phoenomenon educta dumtaxat scintilla prodiit.

Experimentum iteravimus eodem semper scalpello adhibito: verum non sine nostra admiratione interdum, educta scintilla, recensiti motus contigebant, interdum deficiebant.

Rei novitate permoti aliis atque aliis rationibus rem tentare, et experiri instituimus idem tamen scalpellum adhibentes, ut inopinati discriminis causas, si fieri posset, assequeremur; neque inanis novus hic extitit labor; comperimus enim rem omnem variae scalpelli parti, qua illud digitis detineremus, esse tribuendam: siquidem cum osseum manubrium scalpellum haberet, dum idem manubrium manu comprehenderetur, educta scintilla nulli prodibant motus, prodibant vero digitis appositis aut laminae metallicae, aut ferreis clavulis scalpelli laminam firmantibus.

Itaque cum aridiora ossa idioelectricam, lamina vero metallica, et clavi ferrei deferentem, seu anelectricam, ut ajunt, praeseferant naturam, in eam suspicionem venimus, forte contingere, ut cum digitis osseum manubrium detineremus, tum electrico fluido, quacumque ratione in ranam agenti, omnis cohiberetur aditus, concederetur vero, cum laminam, aut clavos cum eadem communicantes apprehenderemus.

Hinc ut rem extra omnem poneremus dubitationem, scalpelli vice tenui cylindro modo vitreo H fig. 2. ab omni humiditate, et pulvisculo perpolito, modo ferreo G usi fuimus;

vitreo non tangebamus modo, sed veluti perfricabamus crurales nervos, quo tempore scintilla eliceretur: at omni irrita industria numquam phoenomenon prodiit, licet et innumerae, et vehementiores scintillae a machinae conductore, et exigua ab animali distantia extorquerentur; prodiit vero vel leviter apposito iisdem nervis ferreo cylindro, exiguisque eductis scintillis.

Hinc plane nobis constitit, quae suspicati fuimus, vera esse, et deferentis corporis contactum cum nervis requiri, ut phoenomenon contingeret. Verum cum et corpus, quo attingerentur nervi, et homo, qui eosdem tangeret, adhiberetur, ferreum cylindrum G iisdem nervis apposuimus, quin tamen illum manibus detineremus, ut ea ratione constaret, utrum homini, et ferreo cylindro, an huic tautum phoenomenon esset adscribendum. Rebus sic dispositis nullus contigit, educta scintilla, musculorum motus. Filum propterea KK cylindri loco valde longum adhibuimus visuri, utrum illud hominis defectum quodammodo repararet, nec ne; en iterum scintillae jactu musculorum contractiones.

His observatis perspicuum nobis fuit, non solum deferens corpus nervis applicitum, sed certam quoque ejusdem magnitudinem, atque extensionem ad habendum phoenomenon requiri. Hujusmodi deferens liceat nobis imposterum perspicuitatis, non brevitatis causa, nervorum appellare conductorem.

Hujus autem conductoris extremitati ranam per exiguum uncum F ejusdem spinali medullae infixum nectebamus, atque modo ranam versus machinam collocabamus, modo collocabamus ejusdem conductorem, ita ut rana nunc prope machinam esset, nunc longe ab eadem distaret, et propterea nunc pedes, nunc praeparati nervi machinae obverterentur, nunc ante, nunc post se conductorem haberet; nihilominus contractiones aeque semper obtinebantur.

Perquisivimus praeterea num phoenomenon in praeparatis animalibus obtineretur loco etiam a machina valde dissito, idque

longissimis nervorum conductoribus adhibitis. Res antem eo deducta fuit, ut ferreo filo centum, et ultra ulnas longo adhibito, contractiones tamen musculorum, educta scintilla, tanto a machina intervallo oborirentur. Periculum hac ratione instituimus. Ferreum filum FEEEC fig. 3. filis sericis suspendimus, atque, ut ajunt Physici, insulavimus. Extremitatem unam per fila pariter serica clavo muro infixo F alligavimus, alteram longe a machina pro fili longitudine in alia, atque alia cubicula produximus; huic filum aliud ferreum B, cujus extremitati erat rana appensa, conjunximus loco C; atque commodi causa in vitreo vase A ranam conclusimus, cujus vasis fundum materia quaedam deferens replevisset, ut aqua, exempli causa, aut minimi globuli plumbei venatorii, quibus melius experimentum cedebat. Educta autem e conductore machinae scintilla, mirum sane, detruncata rana in tanta distantia movebatur, et ferme subsiliebat. Idem contingebat, si rana extra vitreum vas educta eadem ratione conductori EEE appenderetur, ac longe promptius, si ejusdem pedibus deferens aliquod corpus adjungeretur, quod cum tellure communicaret.

Re in conductore insulato comperta, quid non insulato contingeret exploravimus.

Idem propterea ferreum filum EEE aliis atque aliis cardinibus januarum alligavimus cubiculorum nostrae domus, quae sex numero erant, caeteris rebus, ut antea, comparatis; minores quidem, at aliquae in praeparata rana, dum eliceretur scintilla, contractiones prodibant.

His perspectis placuit etiam experiri, an juxta omnes directiones, atque in orbem, ut par erat credere, hujusmodi electricitatis vis ageret, seseque diffunderet. Aliis itaque atque aliis nervorum conductoribus in orbem circa machinae conductorem dispositis, non exigua ab eadem distantia, eorumque singulis praeparata rana appensa, atque scintilla educta, jucundo sane spectaculo, uno eodemque tempore ranae singulae

haud raro movebantur, maxime dum corpus deferens, ut in superiori experimento, singularum pedibus apponeretur, atque potissimum dum illud ad tellurem usque produceretur, quod facile perficiebatur, vel singulis ranarum pedibus longo filo metallico affixo, vel si digitis eaedem apprehenderentur.

At vero deferentium corporum, quae pedibus addantur, vel utilitas, vel necessitas comperta cupiditatem nobis injecit alia de hac re capiendi pericula; quibus peractis constitit, deferentia corpora musculis addita ad contractiones obtinendas, vel interdum absque nervorum conductoribus sola sufficere, vel certe haud parum conducere; eoque magis, quo majora eadem fuerint, majorique excelluerint deferendi potestate, potissimum vero si cum tellure eadem communicaverint; at minime tantum posse, quantum illa, quae nervis addere consuevimus.

Haec deferentia musculorum conductores imposterum appellabimus, ut a conductoribus, quos diximus, nervorum commode distinguantur.

Jam vero nullas subsequi educta scintilla contractiones vidimus, licet musculis suum adderemus conductorem, si nervorum conductor longe a machina productus cohibenti aliquo corpore interciperetur, ut si partim deferenti substantia ex. gr. metallica, partim cohibenti, ut vitrea, aut resinosa, aut serica de industria conficiatur, quemadmodum si conductor B fig. 3. conductori E E E non in puncto C nectatur, sed laqueo serico suspendatur; novum sane, nec dubium de electricitate per hujusmodi conductores excurrente argumentum.

At non intercepto solum, sed omnino etiam interrupto conductore rem tentavimus, interruptique conductoris extremitatibus ad minimam etiam ab invicem distantiam collocatis. Phoenomenon nullum omnino fuit.

Sed alia praeterea ratione liberum electricitatis iter per conductorem intercipere studuimus, praeparatum scilicet animal in cohibente plano posuimus, ejus vero nervorum conductorem

minime, ut antea, aut cum nervis, ant cum spinali medulla conjunximus, sed ita in eodem plano deposuimus, ut ejus extremitas aliquot lineas, interdum etiam pollicem, ab iisdem distaret; contractiones elicita scintilla prodierunt, prodierunt quoque artubus deferenti plano, nervis vero cohibenti eadem distantia superpositis, vel his ipsis nervis inter digitos in altum suspensis, brevi demum vel longo nervorum conductore adhibito, propetereaque animali vel prope machinam, vel longe ab eadem existente; penitus autem deficiebant, si nervi eorumque conductor ab iisdem, ut supra sejunctus, in deferenti plano consisterent.

Neque explorare praetermisimus, an haec eadem, quaecumque fuerit electricitas, conductorum non superficiem, sed substantiam tantum libere pervadens, contractiones nihilominus, de quibus saepius diximus, excitaret. Hinc filum ferreum, quod nervorum conductorem efficiebat, totum cohibenti materia, cera nempe vulgari, aut obsignatoria, vel pice ejusdem exceptis extremitatibus, teximus, et obduximus. At, scintilla educta, contractiones ut in libero conductore prodierunt.

His autem singulis longa experimentorum serie exploratis confirmatisque, licuit non modo hujusmodi contractionum phoenomenon electricitati adscribere, sed conditiones etiam, ac veluti leges quasdam animadvertere, quibus obstringeretur.

Hujusmodi itaque contractiones musculares visae nobis sunt ad certos usque limites rationem sequi directam cum virium scintillae, et animalis, tum extensionis conductorum maxime nervorum; inversam autem distantiarum a machinae conductore. Item plerumque majores nobis eaedem contractiones apparuerunt, cum animal in eadem tabula, in qua erat machina, esset collocatum, atque tabula oleoso pigmento esset obducta, vel cum animal a tabula remotum in cohibenti potius, quam in deferenti substantia sterneretur.

Dixi rationem quidem directam visam mihi fuisse in

contractionibus servari, sed certis dumtaxat limitibus. Inventa enim, puta, certa conductoris nervorum extensione, quae ad effectum satis sit, hanc si imminuas, contractiones non minuuntur, sed deficiunt; si vero augeas, contractiones quidem invalescunt, at usque dum ad certam extensionem pervenias, ultra quam nervorum conductorem quantumvis protrahas, vix ac ne vix quidem illae adaugentur: idemque de caeteris expositae rationis elementis dici potest.

At vero tanta scintillae a machinae conductore extortae ad excitandos musculares motus facultas observata, majores longe contractiones ab electrica illa flamma, quae dum quadratum magicum exoneratur erumpit, videbatur nobis polliceri. At res secus omnino cessit; nulli enim non sine nostra admiratione in praeparato de more animali prodierunt motus.

At vero his in positiva, ut ajunt, electricitate tentatis, reliquum nobis visum fuit, similia quoque in negativa periclitari. Primo itaque electricam machinam, et eum, qui illam versabat, insulavimus. Hic manu tenebat ferreum cylindrum, cui ranas suis conductoribus instructas, ut opus erat, appropinquabamus; ranae in plano vitreo erant collocatae, ne quid vicina corpora illis tribuerent electricitatis. Tunc qui machinam volvebat ferreo, quem diximus, cylindro scintillas e propinquis de industria corporibus eliciebat : perinde conctractiones in praeparatis ranis haberi vidimus, atque scintillis e machinae non insulatae conductore extortis haberentur.

Altera praeterea ratione negativam electricitatem tentavimus, quae fuit hujusmodi. Ad certam distantiam a negativa superficie leydensis phialae nervorum conductorem C fig. 4. collocavimus, tum ab onerata, ut ajunt Physici, superficie, seu ab illa, quae positiva erat electricitate donata, scintillas eliciebamus fig. 5. Ranae movebantur pari ratione, atque adhibita electricitate positiva; movebantur etiam, licet ferreum filum, quod nervorum conductorem constituebat, nonnihil ab externa

phialae superficie distaret, et licet totum longo vitreo tubo fuisset inclusum, et ipsa quoque rana in vitreo vase servata, si hujus tubi aperta extremitas jam dictae externae phialae superficiei aptaretur. Obtinebantur porro eaedem contractiones, sive educeretur scintilla ab unco leydensis phialae eo ipso tempore, quo electricitate eadem phiala, ut ajunt, oneraretur, sive paulo post, sive educeretur eo ipso in loco, in quo illa onerabatur, sive alibi, et longe a machina asportata.

Haec porro conspicienda occurrebant non solum nervorum, sed musculorum dumtaxat conductore ranis instructis: uno verbo cuncta in hoc phialae experimento cedebant, ut in illo machinae, licet praeparatum animal neque ab externa ejusdem phialae superficie, neque a vicinis corporibus, neque ab idoneo alio fonte posset electricitatem recipere.

Sed placuit etiam alia ratione superficies negative electricas tentare, atque ab iisdem scintillulas eliciendo, in hujusmodi contractiones inquirere; praeparatam nempe ranam in superficie superiori quadrati magici, ad quam de industria confluebat machinae electricitas, collocavi, scintillam ex inferiori superficie eliciebam tum quiescente, tum rotante machina. Quiescente raro, aliquando tamen, sed illico tantum a machinae quiete; rotante vero numquam consuetae musculorum contractiones non praesto fuerunt.

His vero electricae machinae ope tentatis, electrophori quoque electricitatem ad experimentum vocavimus, ne ullum electritatis genus scintillam exhibens praetermitteremus. Ab electrophori propterea clypeo scintillam eduximus, et consuetum muscularium contractionum sese obtulit phoenomenon, at non ad magnas illud distantias, ut dum e machinae conductore scintilla extorqueretur, sed ad exiguas admodum: contractiones autem ipsae exiguae valde extiterunt. Quamquam vero tot habitis de electricitatis viribus periculis dubitare vix, ac ne vix quidem de phoenomeni causa nobis licere videretur, tamen

ad rem magis magisque comprobandam aptius nihil occurrebat, quam animalis conductoribus exquisitissima electrometra admovere.

His itaque exiguum electrometrum more clarissimi Voltae constructum aptavimus, cujus paleas, quo essent ad experimentum aptiores, tenuissimo stamni folio una parte obduximus: capto periculo cum essent conductores insulati in rotatione machinae, paleae haud raro ab invicem diducebantur, concidebant vero saepe in scintillae jactu; cum vero essent liberi ne minimum quidem in rotatione machinae a se mutuo paleae recedebant, in scintillae autem extorsione exiguos subsultus, minimasque edebant vibrationes, quae sane aliquem electricitatis per conductores animalis excursum videntur indicare, quo tempore extorta scintilla contractiones excitantur.

Jam vero ut res extra omnem dubitationem poneretur, variis rationibus aditum omnem electrico machinae fluido quacumque ratione agenti cum in animal, tum in ejus conductores cohibere moliti fuimus. Primo itaque animal vitreo vase inclusi, deinde perforato pariete, prope quem erat machina electrica, et huic foramini, quod totam muri crassitiem pervadebat, vitreo tubo inserto, orificium vasis ita glutinis ope perforato muro aptavi, ut nervorum conductor per insertum tubum transiens ex opposita muri facie in proximum cubiculum propenderet. Scintilla e machinae conductore educta en musculares motus.

Inversa quoque ratione animal, et ejus conductorem collocavi: conductorem scilicet in vase ubi primo erat animal, animal ubi primo propendebat conductor, tum iisdem, ac antea artificiis cuncta disposui, scintillamque extorsi, iidemque prodierunt motus.

At quamquam hoc experimenti genere via omnis electrico machinae fluido videretur interclusa, nihilominus machinulam excogitavi, atque construxi fig. 6. quae longe simplicior, atque

commodior erat hactenus descripto apparatu, quaeque ad varias e machina distantias facile collocari, et intra quam non modo animal, sed cum nervorum, tum musculorum poterat conductor apte recondi, et claudi.

Est autem machinula hujusmodi. E duobus vitreis vasis componitur, quorum unum alteri superincumbit. In superiori nervorum conductor adest, quem commodi causa plumbei minutique globuli venatorii possunt efficere; in inferiori animal una cum similibus globulis, qui vices gerere conductoris musculorum queunt, cum in iis animal pedibus veluti insistendo habeat eosdem quasi musculis adjunctos.

Animal et in eo situ facile detinetur, et communicationem habet cum conductore superioris vasis ope ferrei fili, cui per spinalem medullam appenditur, quod et ejusdem vasis obturamento ex subere confecto infixum est, et in ipsius cavo eminet, plumbeisque globulis circumducitur, et tegitur.

Hujusmodi porro obturamento praecavetur, ne dum vas superius invertitur, ut alteri superimponatur, globuli plumbei ab eodem exeant; ne vero idem vas facile ab inferiori disjungatur, neve electricum fluidum per rimas, quae facile inter vasis utriusque orificia superesse possunt, viam sibi aliquam queat sternere, peculiari quodam glutine ex cera, et terebinthina composito vasorum ora nectuntur, et conglutinantur firmiter quidem, sed ita tamen, ut pro lubitu, et opportunitate separari, iterumque jungi vasa possint.

Hac autem machinula in ea tabula collocata, in qua est electrica machina, ad certam ab ejusdem machinae conductore distantiam, eductaque scintilla non iidem modo, sed vehementiores visi sunt motus, quam dum libero aeri animal ejusque conductores paterent, et leges, quas supra indicavimus, in ipsis motibus muscularibus data proportione servabantur. His visis facile a prima sententia discessissem, qua excitatam electricitatem conductoris machinae quacumque ratione ac via

in scintillae extorsione agentem horum muscularium motuum originem, et causam existimabam, nisi ad eamdem me revocassent et habita superius pericula, et oborta potissimum mihi quaedam suspicio, ne interioris vitreae superficiei electricitati in animal ejusque conductores tempore ejaculationis scintillae agenti phoenomenon esset maxime adscribendum; in qua quidem suspicione cum alia deinceps instituta pericula, tum in primis conspecti motus electrometri in eadem machinula collocati omnino me confirmarunt. Levissimi enim globuli, filaque, quibus erat electrometrum compositum, dum versabatur machina, situm confestim mutabant, atque ab invicem diducebantur, dum vero eliciebantur scintillae, in pristinum situm atque contactum restituebantur.

Jam vero his atque aliis peractis atque compertis illud demum ad majorem e nostris periculis utilitatem depromendam reliquum videbatur, ut ea in viventibus quoque animalibus instituerentur.

Id autem fecimus crurali nervo non intra ventrem, ne facile animalia occiderent, sed in femore dissecto, et a contiguis partibus sejuncto, atque extra musculos deducto, eique conductore apposito; conctractiones per scintillae jactum in respondente crure utique prodierunt, minores dumtaxat, ut visum nobis fuit, quam in mortuo animali.

At cum in singulis hactenus expositis experimentis per interjectum aerem animal, et machinae, ejusque conductor inter se communicarent, placuit etiam experiri, quid contingeret hac ipsa communicatione primo interrupta, deinde penitus sublata.

Primum sic perfeci; machinulam una cum praeparato animali, suisque conductoribus instructo, ut in fig. 6., sub vitreo vase collocavi, loco ab electrica machina parum dissito; scintillam tum eduxi, motus de more prodierunt.

Hoc ipsum vas una cum inclusa machinula sub altero longe majori, atque hoc sub alio adhuc majori posui: iterum

scintilla elicita similes contigerunt motus, languidiores quidem, quo major erat recipientium numerus, eorumque parietum crassities.

Post haec omnem aeris communicationem inter animal, et electricam machinam cohibui. Posita nempe machinula, in qua erat animal, sub recipiente machinae pneumaticae loco ab electricae machinae conductore nonnihil dissito, et superiori machinulae vase perforato, quo posset aer per repetitas exantlationes ab eadem educi: aere autem modo educto, modo non, scintillam extorquebam: habitae sunt contractiones in utroque casu, neque, ut visum est, admodum dissimiles.

Age vero tam variis tentata rationibus electricitate per scintillam agente, non sine diligentia et labore perquisivimus num eadem aliis quoque viribus ac rationibus in musculari motu imperium exerceret suum. Licuit vero interdum musculares contractiones observare, si nervorum conductor B fig. 3. electricae machinae conductori C. fig. 1. quam proxime collocaretur, tum clypeus electrophori a resinoso plano attolleretur, vel si idem clypeus proxime ad eumdem conductorem transferretur, ubi electrophorum fuerit ab eodem conductore valde dissitum, quin tamen scintilla eliceretur ulla.

Haec in animalibus, quae frigida appellantur. Quibus tentatis atque inventis nihil magis fuit in votis, quam vel eadem, vel similia in calidis quoque experiri, ut ex. gr. in pullis, in ovibus. Facto periculo idem prorsus in his fuit, ac in illis exitus. Sed alia opus in istis fuit praeparatione; oportuit scilicet cruralem nervum non intra ventrem, sed extra, atque in femore ipso primum resecare, et a caeteris partibus sejungere, atque educere, tum eidem conductorem addere, scintillamque deinde e machinae conductore elicere, crure vel viventi animali conjuncto, vel ab eodem quam primum resecto; secus enim consueta adhibita praeparandarum ranarum ratione phoenomenon omnino deficiebat, forte se contrahendorum musculorum

facultate prius deficiente, quam absolvi longa illa, et multiplex praeparatio queat.

At vero nonnulla in hoc experimentorum genere sive in calidis, sive in frigidis animalibus sunt postremo loco, eaque peculiaria, neque, ut arbitror, inutilia animadvertenda, quae se se nobis numquam non obtulerunt. Alterum scilicet, praeparata animalia eo esse ad phoenomena aptiora, quo provectiori essent aetate, item quo magis albi eorum musculi essent, et sanguine deficerent, atque hinc forte musculares contractiones promptius et facilius, et longe diu excitari posse in frigidis, quam in calidis animalibus; habent enim illa prae istis sanguinem dilutiorem, difficilius concrescentem, atque a musculis propterea longe facilius defluentem: alterum vero praeparata animalia, in quibus haec electricitatis pericula capta fuerunt, longe citius corrumpi et putrescere, quam illa, quae nullam electricitatis vim passa fuerint: postremo enarrata hactenus phoenomena contingere quidem si fuerint, qua diximus ratione, animalia ad experimentum praeparata, secus vero deficere. Si enim conductores non dissectae spinali medullae, aut nervis, ut consuevimus, sed vel cerebro, vel musculis apponantur, aut etiam infigantur, vel si nervorum conductores ad musculos usque protrahantur, vel si nervi de more a circumpositis partibus minime sejungantur, contractiones vel nullae, vel admodum exiguae sunt. Pleraque certe, quae ex his periculis deteximus, accepta maxime referimus huic praeparandi, et sejungendi nervos artificio.

PARS SECUNDA.

DE VIRIBUS ELECTRICITATIS ATMOSPHAERICAE IN MOTU MUSCULARI.

Detectis, quae hactenus exposuimus de viribus electricitatis artificialis in muscularibus contractionibus, nihil fuit nobis potius, quam explorare utrum eadem phoenomena praestaret electricitas atmosphaerica quae dicitur, nec ne: an scilicet, iisdem adhibitis artificiis, ut scintillarum sic fulgurum jactus musculares excitarent contractiones.

Longum itaque aptumque in libero aere conductorem, ferreum nempe filum in editiori domus loco ereximus, atque insulavimus fig. 7., eique, tempestate in coelo coorta, vel praeparatas ranas, vel praeparata calidorum animalium crura, ut in fig. 19. 20. Tab. VI., per suos nervos appendimus. Alium etiam conductorem, ferreum scilicet aliud filum eorumdem pedibus addidimus, illudque longissimum, quod ad indicati in figura putei aquas usque pertingeret. Res autem ex voto, perinde ac in artificiali electricitate omnino cessit; quoties nempe erumpebant fulgura, toties eodem temporis momento musculi omnes in vehementes multiplicesque incidebant contractiones, ita ut quemadmodum fulgurum splendor, et lux solent, sic musculares eorum animalium motus contractionesque tonitruis praeirent, atque de eisdem veluti commonefacerent; quin immo tantus fuit phoenomenorum consensus, ut contractiones contingerent, tum nullo etiam addito musculorum

conductore, tum illo nervorum minime insulato, quin immo praeter spem, atque opinionem eadem licuit observare, conductore in humilioribus quoque locis collocato fig. 8. Tab. V., potissimum si aut magna fuissent fulgura, aut e nubibus experimentorum loco propioribus erumperent, aut si quis ferreum filum T manibus tenuisset, quo tempore eadem fulgura jacerentur.

Phoenomenon autem contingebat sive animal libero aeri pateret, sive commodi causa fuisset in apto vase inclusum, ut in fig. 7., aut intra cubiculum detentum. Contingebat etiam, etsi nervorum conductor nonnihil a nervis ipsis distaret, fulguribus potissimum aut vehementioribus, aut propinquioribus, quemadmodum evenire diximus in artificiali electricitate scintillis aut fortioribus aut propius animal extortis. Demum illud animadversione dignum occurrebat, quod non una tantum musculorum contractione res in fulgure, ut in scintilla, absolveretur omnis, sed pluribus sibi mutuo uno veluti temporis momento succedentibus, quarum numerus fragorum quasi numero, quos edere tonitruum consuevit, respondere videbatur.

Jam vero non fulguribus tantum tales prodibant contractiones, sed saeviente coelo, nubibusque prope elatos nervorum conductores transeuntibus, sponte ferme oboriebantur, quod cum contigisset, et electrometra haud levia dabant electricitatis indicia, et scintillae non raro poterant extorqueri ab ipsismet in altum erectis conductoribus, secus ac ubi per ejaculata fulgura contractiones obtinerentur; tunc enim saepius scintillae eliciebantur nullae, et exquisitiora electrometra vix ullam movebant de electricitate suspicionem.

Hujusmodi autem pericula non modo in extinctis animalibus, sed vel in viventibus fuerunt capta, et in utrisque apparuit phoenomenon, nihilque eorum praetermissum fuit, quae in artificiali electricitate experti fuimus, at cuncta eadem ferme contigerunt ratione. Illud quidem haud leve interesse discrimen primo adspectu visum fuit, quod praeparatae ranae,

quae cum apto conductore in vitrea machinula fig. 6. concludebantur certo ab electricae machinae conductore intervallo disjunctae scintillae jactu vehementer, ut diximus, commoverentur, fulgure autem e nubibus erumpente omnino quiescerent; forte quia vel si quae ab electrica nube conductoris ope ad machinulam deferretur electricitas, ea exigua nimis esset, nimisque exiguam externae ipsius superficiei partem occuparet, ut proinde ad contractiones inducendas non valeret, vel quia nulla forte ad eamdem machinulam deferretur; quemadmodum eadem ferme de causa eaedem deficiunt in scintillae jactu contractiones, si machinula non prope electricam machinam, sed prope illam conductoris EEE fig. 3. extremitatem collocetur, quae longe ab eadem machina distet.

Re propterea diligenter animadversa similis apparet inter artificialem, et atmosphaericam electricitatem agendi ratio; forte ad eas obtinendas intra machinulam vitream contractiones, oportet, ut electrica atmosphaera vel tota, vel maxima sui parte eamdem machinulam circumdet, quod ab hactenus exposito machinulae situ, et experimento longe abesse videtur.

Verum non tantum phoenomeno explorato, sed legibus quoque ad examen vocatis comperimus, easdem non dissimili ratione in atmosphaerica electricitate servari ac in artificiali serventur.

Jam vero viribus perquisitis procellosae, ut ajunt, electricitatis, nec non fulgurum, fulminumque, in mentem venit experiri etiam, quid aestivae, ac serotinae coruscationes praestarent in praeparatis de more animalibus: hinc eadem animalia nostro conductori atmosphaerico aptavimus, non solum fulgurante, sed etiam coruscante coelo. At contractiones tunc nullae habitae unquam sunt, forte quia, aut hujusmodi coruscationes ab electricitate non pendeant, aut si pendeant, vel loco nimis dissito, vel alia longe ratione contingant, quam fulgura solent. Sed haec Physici maxime viderint.

PARS TERTIA.

DE VIRIBUS ELECTRICITATIS ANIMALIS IN MOTU MUSCULARI.

Viribus procellosae atmosphaericae electricitatis tentatis, exarsit animus cupiditate diurnae, et placidae quoque electricitatis potestatem experiundi.

Qua de causa cum interdum vidissem praeparatas ranas in ferreis cancellis, qui hortum quemdam pensilem nostrae domus circumdabant, collocatas, uncis quoque aereis in spinali medulla instructas, in consuetas contractiones incidisse, non solum fulgurante coelo, sed interdum etiam quiescente, ac sereno, putavi eas contractiones a mutationibus, quae interdiu in atmosphaerica electricitate contingunt, ortum ducere. Hinc non sine spe coepi harum mutationum effectus in muscularibus hisce motibus diligenter perquirere, et aliis atque aliis rationibus experiri. Quapropter diversis horis, idque per multos dies, animalia ad rem apposite accommodata inspiciebam; at vix ullus in eorum musculis motus. Vana tandem expectatione defatigatus coepi aereos uncos, quibus spinales medullae infigebantur, adversus ferreos cancellos urgere, et comprimere, visurus an hoc artificii genere contractiones musculares excitarentur, et pro vario atmosphaerae, et electricitatis statu an quidquam varietatis, et mutationis praeseferrent; contractiones quidem haud raro observavi, sed nulla ad varium atmosphaerae, atque electricitatis statum ratione habita.

Has tamen ego contractiones, cum non nisi in libero aere inspexissem, nondum enim rem aliis in locis tentaveram,

parum abfuit, quin ab atmosphaerae electricitate in animal irrepta, atque in eo cumulata, et in unci cum cancellis ferreis contactu ab eodem rapide exeunte, tales contractiones repeterem; facile enim est in experiundo decipi, et quod videre, et invenire optamus, et vidisse et invenisse arbitrari.

At cum in clausum cubiculum animal transtulissem, et super planum ferreum collocassem, infixumque spinali medullae uncum adversus illud urgere coepissem, en eaedem contractiones, iidem motus. Idem continuo aliis usus metallis, aliis in locis, aliisque horis, ac diebus praestiti; atque idem eventus; nisi quod contractiones pro metallorum diversitate essent diversae, vehementiores scilicet in aliis, in aliis languidiores. Alia deinde corpora, sed quae parum, aut nihil electricitatis deferrent, vitrea scilicet, gummosa, resinosa, lapidea, lignea, eaque arida, ad idem experimentum adhibere continuo in mentem venit; nihil simile contigit, nullas licuit musculares contractiones, motionesque inspicere. Hujusmodi sane eventus et admirationem attulit nobis haud levem, et coepit de electricitate ipsi animali inhaerente suspicionem movere aliquam. Utramque autem auxit tenuissimi fluidi nervei circuitus veluti quidam, quem a nervis ad musculos, dum phoenomenon contingeret, fieri, atque ad electricum circuitum, qui in leydensi phiala absolvitur, accedere, casu animadvertimus.

Nam dum ipse una manu praeparatam ranam per uncum spinali medullae infixum tenerem, idque agerem, ut pedibus in argentea insisteret capsula, altera vero manu ejusdem capsulae planum, cui pedibus rana incumbebat, aut ejusdem latera, corpore aliquo metallico percuterem, praeter spem ranam vidi in contractiones haud leves incidere, et quidem toties, quoties eodem uterer artificii genere.

His conspectis Rialpum rogavi Hispanum virum doctissimum olim Societatis Jesu socium, qui tunc mecum in villa optimi, ac nobilissimi Viri Jacobi Zambeccari rusticabatur, rogavi,

inquam, ut ipse quemadmodum in aliis experimentis perhumaniter consuevit, ita in hoc operam, atque adjutricem manum praeberet, ranamque, ut ipse antea feci, teneret, dum ego capsulam iterum percuterem, idque tum commodi causa, tum ut experiundi rationem paulisper immutarem. At praeter expectationem contractiones defecerunt; experimentum continuo ut antea, atque solus institui; statim redierunt.

Hoc sane me movit, ut ipse una manu animal, ut antea tenerem, altera Rialpi manum, eumque rogarem, ut ipse altera manu capsulam vel attingeret, vel percuteret, quo electricae catenae species veluti quaedam constitueretur: idem statim contractionum phoenomenon non sine nostra voluptate, atque admiratione contigit, quod iterum deficiebat, si manus disjungeremus, apparebat iterum si manus denuo conjungeremus.

Quamquam vero haec ad fluidi nervei electricum veluti excursum per hominum catenam demonstrandum satis esse posse viderentur, nihilominus ut rem tantam, tantamque recondentem novitatem magis, magisque confirmaremus, voluimus, ut non manuum complexu, sed per intermedium aliquod corpus modo cohibens, cylindrum nempe vitreum, modo deferens, cylindrum scilicet metallicum, Rialpus, et ipse catenam constitueremus; periculo autem facto non sine voluptate vidimus phoenomenon adhibito metallico cylindro prodire, adhibito autem vitreo omnino desinere, frustraque aut attingi, aut gravioribus ictibus deferentis corporis capsulam percuti; ut compertum propterea nos habere putaremus, electricitatem hujusmodi contractiones excitare, quacumque demum id efficeret ratione.

Verum, ut rem in aperto magis ponerem, opportunissimum mihi fuit ranam super cohibens planum, vitreum scilicet, aut resinosum collocare; tum arcum modo deferentem, modo vel totum, vel aliquam saltem ex parte cohibentem adhibere, ejusque extremitatem unam unco spinae infixo, alteram aut crurum

musculis, aut pedibus apponere. Periculo autem facto vidimus deferenti adhibito arcu, fig. 9. Tab. VI., contractiones perfici, deficere vero penitus adhibito arcu partim deferenti, partim cohibenti, ut in fig. 10. Arcus deferens ex ferreo filo erat, uncus vero ex filo aereo.

His porro detectis visum nobis fuit contractiones, quas ranis in plano metallico collocatis fieri diximus, dum uncus spinalis medullae adversus idem planum urgeretur, a simili arcu repetendas esse, cujus quidem vices planum metallicum quodammodo gereret, atque hinc fieri, ut illae non excitarentur ranis supra cohibens aliquod planum positis, adhibitis licet iisdem omnino artificiis.

Hanc nostram opinionem casu observatum non injucundum phoenomenon plane, si quid judico, confirmavit: si enim rana ita uno crure suspensa digitis teneatur, ut uncus spinali medullae infixus planum aliquod argenteum attingat, alterum crus libere in idem planum labatur fig. 11. statim ac hoc idem crus ipsum planum attingit, continuo musculi contrahuntur, unde crus assurgit, attolliturque, mox autem sponte relaxatum, atque iterum in planum relapsum, simul ac ad ejusdem contactum pervenit, iterum in altum eadem fertur de causa, sicque alterne attolli, et labi pergit deinceps, ita ut electricum veluti pendulum idem crus aemulari non sine aliqua observatoris admiratione, et voluptate videatur.

Hoc sane phoenomenon facile est videre, quam commode et apte repeti possit a plano vices gerente cujusdam arcus praedicto circuitui aptissimi dum liberum crus ad idem planum appellit, eidem vero circuitui omnino imparis simul atque crus ab eodem recesserit. Haec de metallico plano arcus vices gerente, neque dubia, neque obscura indicia sunt.

Dici autem vix potest, quae sit hujus plani ad excitandas musculares contractiones facultas, et aptitudo, ea scilicet, qua contractiones obtineantur et magnae, et frequentes, interdum

etiam aliquandiu constantes, non modo si uncus spinali medullae infixus, aut contra ipsum planum metallicum urgeatur, aut supra idem perfricetur, verum etiam simul atque ipse uncus idem planum attingat, atque si postquam attigerit, non nihil ejusdem cum plano contactus immutentur, ut si leviter vel planum percutias, supra quod est animal, vel corpora, in quae idem planum incumbit. Sed de arcus veluti specie, quam metallicum planum refert, hactenus.

Antequam vero ab arcus usu, atque viribus sermo hic noster recedat, illud nolumus praetermittere ad ejusdem facultatem, ac pene dixerim necessitatem in hujusmodi muscularibus contractionibus demonstrandam quam maxime accommodatum, easdem scilicet obtineri, et haud raro clarius, promptiusque non uno tantum, sed duobus quoque arcubus, ea ratione dispositis, atque adhibitis, ut unius arcus extremitas una musculis, alterius arcus extremitas pariter una nervis admoveatur, duae reliquae ad mutuos contactus adducantur, aut si opus est invicem perfricentur fig. 12. In quo sane id peculiare videtur, electricitatem hujusmodi contractiones inducentem, neque per manuum cum utroque arcu contactum, neque per repetitos contactus arcuum cum partibus animalis diffundi admodum, ac dissipari.

Sed illud praeterea peculiare atque animadversione dignum, languentibus potissimum praeparatorum animalium viribus, circa conductores arcus, aut deferentia plana contigit nobis saepissime observare, variam nempe eorum, ac multiplicem metallicam substantiam cum ad obtinendas, tum ad adaugendas contractiones musculares multum posse, et quidem longe magis, quam una eademque metallica substantia. Ita ex. gr. si arcus totus ferreus fuerit, aut ferreus uncus, et ferreum item planum deferens, saepe saepius aut deficient contractiones, aut erunt perexiguae. Si vero eorum alterum ferreum ex. gr. fuerit, aereum alterum, multo magis si argenteum (argentum

enim prae caeteris metallis ad deferendam animalem electricitatem visum est nobis idoneum) contractiones continuo, et longe majores, et longe diutius prodibunt. Idem contigit una eademque cohibentis plani superficie, duobus ab invicem disjunctis locis, folio pariter matallico sed dissimili obducta, ut scilicet si uno in loco stamni folium adhibeas, in altero aurichalci, contractiones ut plurimum longe majores contingant, quam si uno eodemque metallo, ac folio, argenteo licet, fuerit uterque locus obductus, seu, ut inquiunt, armatus.

At vero hujusmodi circuitu fluidi nervei, quasi electrici ignis, detecto, illud sane consequens videbatur, duplicem, eamque aut dissimilem, aut potius contrariam electricitatem hoc phoenomenon producere, quemadmodum duplex, vel in leydensi phiala, vel in quadrato magico electricitas illa est, per quam electricum fluidum suum in iis veluti circulum absolvit; nequit enim electricitatis excursus, atque circuitus demonstrantibus Physicis haberi, nisi in aequilibrii reparatione, atque vel solum, vel potissimum inter contrarias electricitates. In uno autem eodemque metallo latere illas omnino a natura alienum, et observationibus contrarium videbatur: reliquum igitur erat, ut in animali utraque insideret. Ne qua vero suspicio esset me in experiundo electricitatis quidpiam potuisse animalibus tribuere, aereum arcum folio obductum argenteo vitreo cylindro affixi, quem manibus tenerem, dum arcum ipsum animalibus apponerem; hac adhibita cautione contractiones nihilo minus praesto fuerunt.

His in libero aere peractis subiit animum cogitatio quid electricitati animalis contingeret, si animal ipsum sub aqua demergerem: id itaque praestiti, ac de more eidem arcus extremitates admovi, unam scilicet unco ferreo spinalis medullae, pedibus alteram: contractiones perinde ac in libero aere contigerunt.

At illud peculiare in hoc experimento se se mihi obtulit,

quod si aut eodem arcu, aut alio quovis deferente corpore uncum dumtaxat spinalis medullae animalis sub aqua latentis attigissem, continuo contractiones oborirentur; quod sane ad aquam arcus vices gerentem ipse retuli. Hinc animal non sub aqua ut antea, sed sub oleo demersi, visurus utrum contractiones perinde ac sub aqua contingerent, an omnino deficerent. Idem itaque deferens corpus unco spinalis medullae ut antea apposui; contractiones omnino defecerunt, oleo scilicet deferentis arcus vicibus gerendis omnino impari, id quod sane me in praeconcepta opinione haud parum confirmavit.

His compertis atque animadversis duplicem illam contrariamque electricitatem in ipso praeparato animali reperiri visus sum mihi posse sine ulla cunctatione inferre, atque vel unam in musculo, alteram in nervo, vel utramque in alterutro sedem habere, ut in Turmalino lapide affirmant Physici. Omni idcirco studio coepi hujusmodi sedem perquirere, et investigare; atque primum cujus indolis electricitatem nervi praeseferrent. Itaque detruncatae spinali medullae ranarum, quas quantum fieri posset recenter necatas ad experimentum paraveram, cylindrum prope admovi nunc vitreum, nunc ex obsignatoria cera confectum; at numquam primo adhibito musculares contigerunt motus, observabantur vero ubi alter adhibebatur, immo plerumque ad quatuor, aut plurium linearum distantiam, dummodo vertebralis tubus stamni folio fuisset, ut infra dicemus, obductus. Loco vitrei cylindri electricae machinae disco pluribus ac pluribus circumvolutionibus acto saepe usi fuimus, ut compertum haberemus an major electricitatis copia, quae erat in disco collecta, eas excitaret musculares contractiones, quas cylindrus non poterat, sed eumdem exitum habuit experimentum; ne minimi quidem motus in musculis contigerunt.

Erit itaque electricitas nervorum juxta experimenta positiva, cum demonstrent Physici inter contrarias solum electricitates notos effectus, et motus posse obtineri.

Ad musculorum deinde electricitatem perquirendam animum convertimus: hinc eadem in his atque illis pericula cepimus; at nullos neque positiva, neque negativa adhibita electricitate licuit in musculis motus observare.

Iterum itaque ad nervorum electricitatem nostris obtemperantem experimentis redivimus; eamdemque obsignatoria cera explorando iisdem usi sumus artificiis, quibus utebamur, dum per scintillae extorsionem illam ipsam tentabamus. Eadem fere prodierunt contractionum phoenomena, nisi quod erant illae longe minores, quae obsignatoria cera habebantur, quam quae scintilla, electricitatis viribus nempe respondentes. Eadem quoque fuit conductorum utilitas, eademque lex, atque eadem plane ratione motus musculares prodierunt.

At quoniam nihil aptius ad tam abditam, difficilemque rem, sedem nempe utriusque electricitatis, detegendam esse videbatur, quam electricitatem adaugere, atque intendere, hinc de ratione id perficiendi mecum ipse sedulo cogitare coepi, atque analogia duce ea se se mihi primo ratio obtulit, ut nervos in quibus eminere electricitas videbatur, et cujus naturam compertam habuimus, folio aliquo metallico obducerem potissimum ex stamno, non secus ac Physici in suo quadrato magico, atque leydensi phiala efficere consueverunt fig. 9.

Hujusmodi artificio mirum quantum musculares contractiones invaluerint, tantum scilicet, ut etiam sine arcu, sed uno corporis cujuscumque naturae vel deferentis, vel etiam cohibentis cum armatis nervis contactu contractiones prodirent, dummodo animalia essent recenter praeparata, et viribus constarent; ut arcus, aliorumque artificiorum vis, et utilitas longe major evaderet; ut demum contractiones fierent vehementissimae, et diuturnae, ac ferme constantes in vegetis ante sectionem animalibus, semoto etiam vel arcu, vel corpore, quocum armati nervi attingerentur.

Quid plura? Ea fuit hujus artificii in adaugendis viribus

hujusmodi electricitatis virtus, atque facultas, ut qui circuitus vix ac ne vix quidem uncis, atque arcu adhibito appareret, tam felix promptusque evaderet, ut non per duos modo, sed vel per tres interdum, et plures homines electricam veluti catenam constituentes in ranula absolveretur, muscularesque de more excitarentur contractiones, aestivo praesertim tempore, provectioribus animalibus, pallentibus musculis, atque coeli tempestate imminenti. Eodem autem metallico folio denudatum cerebrum in praeparatis animalibus, et denudata spinalis medulla aliqua parte si obduceretur, contractiones arcu de more adhibito, et vehementes, et promptae prodire tunc coeperunt, quas tamen sine hujus generis artificio, arcu, aut alia quavis ratione frustra excitare molitus antea fuissem.

Tanta autem stamnei folii nervis appliciti in adaugenda animali electricitate vi comperta statui etiam experiri, quid idem folium posset in musculis; at non multum ex eo incrementi contractiones sumere visae sunt, quin immo re saepius tentata illud demum animadvertimus, contractionum incrementum contingere aliquod si tantum musculi, maximum si tantum nervi, aut spinalis medulla, aut cerebrum, vix vero ullum si cum hae partes, tum musculi eadem stamni lamina simul obducerentur, atque armatis locis arcus aptaretur.

Non tantum porro intendebantur contractiones per metallicum folium denudatae spinali medullae superadditum, sed eodem etiam obducta spina vertebrali cum extus in dorso suis adhuc musculis instructo, tum intus in ventre, maxime vero eo in loco, e quo nervi egrediuntur. Neque referebat si magno folio, aut exiguo eas partes, atque nervos in primis obtegisses, sat enim erat si aliquo, atque eidem unam arcus extremitatem apponeres, alteram musculis. Loco autem folii metallici adhibuimus pari cum utilitate amalgama electricum vel adspergentes nervum ejus pulvere, vel nervo pastillum aptantes ex eodem pulvere una cum oleo confectum. Quod si

alio metallico pulvere, ferreo ex. gr., aut aereo uteremur eadem etiam ratione, vix ullum erat muscularium motuum incrementum.

Jam vero ratione inventa, qua hujusmodi electricitas tantum sumeret incrementi, ejusdem deinde sedem alacrius, atque fidentius perquisivimus. Hinc eodem folio nunc nervo, nunc musculo obducto, primo musculum cum respondente nervo ab animali eduximus, et supra cohibens aliquod planum collocavimus, eique arcum de more apposuimus; idem praestitimus in musculo cum integro, tum secto, unam scilicet ejus partem metallico folio sepsimus, tum arcus extremitatem unam armatae musculi parti, alteram nudo musculo apposuimus; sed vix, ac ne vix quidem licuit nobis hisce tentaminibus ad ea, quae quaerebamus quidquam proficere.

Illud tantum animadvertimus, in musculo cum nervo extra animal educto contractiones longe minores prodire, quam si illi in animali suis naturaliter locis constitissent; in musculo autem integro exiguas adhuc magis levioresque, quin aegre omnino contingere; sed tamen haud raro aliquas, si una arcus extremitas armato musculi loco accommodaretur, altera adjacenti ac nudae ipsius musculi superficiei; secus vero tentato experimento nullas prodire: idem quoque evenire, sed longe difficilius in interna musculi substantia; sed facilius longe, et promptius contractiones oboriri, si eadem ratione armato nervo arcus adhiberetur, immo si arcus loco deferentis alicujus corporis exigua licet extremitas in usum vocaretur, atque partim limbus metallici folii, partim nudus nervus eadem attingeretur.

Haec circa perquisitam animalis electricitatis sedem tentavimus, quibus constat rem, quae experimentis satis illustrari non potuerat, fuisse conjecturis maxime committendam. Sed de his paulo infra.

Nonnulla nunc prosequamur, quae nobis hujusmodi

electricitatem diligentius inquirentibus animadversione digna se se obtulerunt; inter quae illud in primis fuit, eam a communi excitatam electricitate agere quidem, ut monuimus, ad aliquot linearum distantiam, at per se solam ne ad minimam quidem distantiam, sed vel ipsum semper contactum postulare, ut vim exerceat suam; veruntamen contractiones certius, promptius, majoresque saepe obtineri vidimus, si arcus extremitas extremae orae metallicae laminae nervos, aut musculos obducenti apponeretur, quam si ejusdem planae superficiei; item si unci extremitati, quam si reliquis ejusdem partibus: quibus sane apparet animalem electricitatem communem quodammodo ac vulgarem haud parum aemulari, cujus peculiare ingenium est angulos, cuspidesque deligere ac sequi.

Haec sane tam perspicua, atque aperta, si quid judico, de electricitate in musculis, ac nervis indicia, animum nobis addiderunt, ut alia etiam atque alia studiosius de eadem exquireremus. Hinc primum loco metallici jam dicti folii, cohibente materia cum nervos, tum musculos aliqua parte obteximus, serica scilicet tela, oleo, in quo pix erat soluta, omnino imbuta, visuri utrum contractiones adhibito arcu penitus deficerent, nec ne. Defecerunt utique omnino. Oportuit vero et sericam telam adhibere, et ea ratione praeparare, ut contractiones cohiberentur; neque enim unica serica tela ad cohibendas contractiones sat erat, quippe quae facile deferenti animali lympha imbuebatur, et humectabatur, neque solum oleum, quippe quod arcus extremitati ita locum concedebat, ut ad ipsum cum subjecta parte contactum omnino veniret.

Investigavimus deinde, an communis electricitatis rationem, et ingenium hujusmodi electricitas sequeretur vel in eo, ut faciliorem per quaedam deferentia corpora, per alia difficiliorem sibimet sterneret viam: sequi autem adamussim fere vidimus, atque primum ut illam, sic istam felicius per metalla, quam per ligna iter suum conficere; inter metalla vero felicius

potissimum per aurum, et argentum, aegrius per plumbum, ferrum, potissimum si rubigine infectum, ita ut si vel arcus, vel plana arcus vices gerentia ex metallis fuerint conflata, atque potissimum ex argento, vel, quod commodius cedit, ex ejusdem tenuissimis foliis obducta, contractionum phoenomena, et clarius longe, et longe promptius prodirent, quam si eadem fuissent vel ex plumbo ex. gr., aut etiam ex ferro constructa. At deferendi facultate in solidis corporibus explorata, in fluidis quoque eamdem perquisivimus, et eodem ferme rediit res; per aquosa nempe felicissime iter suum expedire hujusmodi electricitatem comperimus, detineri autem omnino, et impediri ab oleosis. Hoc autem ut experiremur usi fuimus tubis vitreis exiguis, quos una extremitate aliqua materia occludebamus, per quam metallicum filum, argenteum nempe, aut aereum, et stamni folio obtectum ita trajiciebamus, ut altera sui parte intra tubi cavitatem liberum esset, altera longe ab eo produceretur; tubos autem, accommodata ad experimentum materie, modo aquosa scilicet, modo oleosa replebamus, et simili artificio altera extremitate claudebamus, similique metallico filo eadem ratione instruebamus. Rebus sic dispositis hujusmodi tubis ita utebamur, ut vel integrum arcum flexis nempe filis metallicis, vel arcus partem constituerent, cujus extremitates de more animali aptarentur.

His autem tubis adhibitis Fig. 14. nullae fiebant contractiones ubi oleo, utique vero ubi fuissent illi aqua repleti.

Verum nihil ad depromendam ex hujusmodi periculis utilitatem conducere magis videbatur, quam vel cohibendi, vel deferendi facultatem in diversis quoque animalium partibus diligenter investigare. Periculo autem facto compertum habuimus omnes dissectorum animalium partes utique libere deferre, et commode traducere hujusmodi electricitatem, ob humiditatem forte, qua vel natura, vel in sectionibus, et praeparationibus alluntur: nam si variae et recenter dissectae solidae

partes (ut musculorum fibrae, cartilagines, nervi, ossa, membranae), vel fluidae (ut sanguis, lympha, serum, urina) exceptae vitreo plano, aut in dictis tubis conclusae apponantur aptenturque praeparatis, et armatis maxime nervis, tum iisdem partibus una arcus extremitas accommodetur, altera musculi attingantur, perinde ferme contractiones contingunt, ac si nervis ipsis fuisset eadem arcus extremitas applicita. Idem autem fieri comperimus, si inversa veluti ratione res disponantur, experimentumque capiatur, dictis nempe partibus, non nervis, sed musculis aptatis, arcus vero extremitate altera iisdem partibus accommodata, altera armatis nervis. Secus vero rem se habere vidimus, si solidae illae partes potissimum non recenter sectae sint, sed vel natura vel arte aruerint. Neque vero solum prodit phoenomenon partibus hisce arte dispositis, verum etiam iisdem vel natura in animali adhuc collocatis, vel ratione certe parum a naturali recedente; nam si una arcus extremitas insulatis nervis potissimum armatis apponatur, altera quamcumque aliam corporis partem integre et naturaliter constitutam, quae musculis ad eosdem nervos spectantibus tandem utcumque respondeat, attingat, phoenomenon fere contingit perinde ac si ipsis musculis eadem arcus extremitas admoveatur; sed idem porro fieri non sine aliqua admiratione vidimus cum nervis, tum musculis primo quidem ab invicem sectis, atque sejunctis, tum iterum artificiali quadam ratione conjunctis. Si enim ranis de more paratis, earumque tubo vertebrali stamni folio obducto, artus ab invicem ita cultro dividantur, ut quilibet artus respondenti dumtaxat suo nervo conjunctus supersit, tum unus artus ab altero longe removeatur fig. 15., arcus deinde extremitas una eidem vertebrali tubo innitatur, altera musculis, vel pedi unius tantum cruris, moventur tunc, ac contrahuntur musculi ejusdem dumtaxat cruris. Si vero iidem artus de industria iterum conjungantur ita, ut in mutuum contactum veniant, tum arcus eadem adhibeatur ratione, eidemque omnino cruri applicetur,

moventur tunc, et contrahuntur musculi omnes utriusque cruris. Idem autem omnino evenit bifariam juxta axem secto vertebrali tubo cum spinali medulla, sectique deinde tubi partibus cum suis respondentibus nervis ab invicem diductis, artubus vero, ut natura sunt, conjunctis; in contractiones nempe unius tantum artus musculi incidunt, ubi una arcus extremitas uni tantum ex dictis tubi vertebralis partibus apponitur, altera respondenti cruri, incidunt vero utriusque cruris musculi, ubi disjunctae spinalis medullae partes fuerint iterum arte conjunctae, et arcus una sui extremitate cuilibet artui, altera fuerit iisdem conjunctis partibus admotus: eadem demum omnino contingunt phoenomena sive integro praeparati animalis trunco, sive per medium a summo ad imum dissecto, dummodo divisae partes iterum arte, et indnstria conjungantur, atque ad mutuos contactus adducantur fig. 16.

Haec sane phoenomena non satis apte explicari posse videntur, nisi per interjectam partium humiditatem aditum ac transitum excurrenti animali electricitati ultro concedentem. An aliquod haec lumen obscurae adhuc consensus nervorum causae et rationi poterunt afferre? Utinam sapientiores Physiologi id videant aliquando. Sed nihil ad consensus vires demonstrandas forte aptius, qnam si crurales nervi de more in ranis parentur, integraque relinquatur spinalis medulla, integrumque caput, atque integri natura et situ artus superiores; armato enim tunc vel nervo crurali, vel vertebrali tubo, atque arcu partim cruralis nervi armato loco, partim respondenti artui admoto, non modo inferiores artus contrahuntur, sed superiores quoque moventur, moventur palpebrae, aliaeque moventur capitis partes, ut propterea arcus contactu commotum nerveo-electricum fluidum maxima quidem parte ab indicato nervorum loco ad musculos confluere, sed partim etiam superiora per nervos petere, et ad cerebrum usque deferri, eamque in ipsum vim facere videatur, ut aliorum inde musculorum quacumque de causa motus excitentur.

At vero quamquam de confirmata et experimentis, et analogiae, et rationum momentis animali electricitate dubitare vix, ac ne vix quidem licere videretur, aut de ejusdem in nervis, ac musculis praesentia ac motu, aut de ipsius sive ab illis, sive ab istis, sive ab utriusque exitu, atque per apposita deferentia corpora libero excursu; et quamquam non exiguum nobis experimentorum fructum fortunam, et industriam tribuisse intelligeremus, dum modum nobis forte primis aperuisset, quo eamdem electricitatem et sub oculis ferme ponere, et ex animali educere, et manibus veluti pertractare liceret, nihilominus, verum ut fateamur, nec penitus res demonstrata, omnibusque numeris absoluta, nec satis nobis ex sententia contigisse videbatur, nisi modum et rationem etiam comperire licuisset, qua eadem contractionum phoenomena obtinerentur, quin ulla ratione, ulloque corpore aut nervi, aut musculi attingerentur. Verebamur scilicet ne forte aut arcus, aut aliorum instrumentorum mechanicae cuidam irritationi ea phoenomena aliqua possent ratione adscribi, neque idcirco his ipsis periculis satis constaret de tenuissimo fluido, eoque electrico per nervos excurrente, muscularesque contractiones inducente. Subiit autem animum experiri utrum nervis uni quadrati magici superficiei, ut superiori ex. gr., musculis vero inferiori aptatis fig. 19, vel contra, ut in fig. 13., atque una arcus extremitate illi, altera huic superficiei apposita loco a dispositis animalis partibus valde dissito contractiones contingerent, nec ne. Hoc enim experimenti genere facile intelligebam, si excurrens per nervos fluidum fuisset electricum, atque ab ejus excursu a nervis ad musculos contractiones proficiscerentur, perinde esse, ac si cum musculis, tum nervis ipsis arcum apponerem, quin tamen ulla de mechanico stimulo eisdem adhibito posset oboriri suspicio. Periculo autem facto, haberi non sine aliqua delectatione contractiones vidimus, quin haberi etiam eadem methodo, si vitreae aut resinosae superficies

Physicorum more armatae in uno codemque plano fuissent dispositae, dummodo aliquo fuissent ab invicem spatio disjunctae, ita ut nervi in una ex illis superficiebus, in altera musculi consisterent, nullaque inter ipsos fuisset per intermedium deferens corpus communicatio fig. 17.

Haberi praeterea hoc artificio contractiones observavimus, quin aut nervi, aut musculi essent consueta methodo metallico folio obtecti, et haberi etiam demum animadvertimus, si intra aquam in uno vitreo vase ex. gr. spinalis medulla, aut nervi, in altero pedes collocarentur, tum de more arcus extremitatibus utriusque aquae superficies attingeretur fig. 18.

Id autem occasionem nobis praebuit investigandi quid esset si musculi in plano vitreo armato, spinalis vero medulla suo inclusa tubo, suisque conjuncta nervis in plano deferente, vel unco instructa, vel de more armata collocarentur; quid dcinde contingeret, si secus institueretur experimentum, spinali nempe medulla in vitreo plano disposita, in deferente musculis, atque arcus, ut in superiori experimento, duobus oppositis locis apponeretur, quorum unus spinalem medullam, alter musculos respiceret; quid demum, si cum illa, tum musculi in uno eodemque vitreo plano armato extenderentur. At vero contractiones languidiores fuerunt, difficiliusque excitabantur, ubi musculi in plano vitreo, spinalis vero medulla in plano deferente jacerent; contra vero vehementes prodierunt, cum spinalis medulla in plano vitreo, musculi in deferente essent collocati; sed longe vehementiores, diuturnioresque, sponte interdum, ac sine ullo arcus usu prodeuntes, ac veluti renascentes, si cum musculi, tum nervi in eodem armato vitreo plano constitissent, maxime si vel levis percussio, aut motus in armato vitreo plano fieret, ut ii animalium trunci in gravissimum ferme tetanum incidisse viderentur. Quod si quis haec cum iis conferat, quae initio contingere diximus, cum scilicet musculi, et spinalis medulla in eodem deferente plano

collocarentur, atque vel pressione unci adversus idem planum, vel aliis indicatis rationibus contractiones excitarentur, facile intelliget, eas longe minores tunc extitisse, quam dum in plano vitreo armato similia peragerentur: haud leve sane argumentum animalem electricitatem minus quidem per deferentia corpora disperdi, quam communis et vulgaris; disperdi tamen, et cohibentibus corporibus non secus ac illam coerceri, atque cumulari, id quod in iis, quae subsequuntur, periculis longe adhuc clarius, si quid judico, apparebit. Nam antequam manus, et operam ab his periculis removerem, periclitari volui, an eadem contractionum phoenomena evenirent, non tantum vitreis aut resinosis planis, sed marmoreis etiam iisque probe levigatis adhibitis, ut eam scilicet mihi demerem dubitationem, quae saepe animo obversabatur, ne contractiones, quas ipse ab animali electricitate repeterem, a vitrei potius aut resinosi armati plani electricitate proficiscerentur. Armatis itaque marmoreis planis, cunctisque periculis in his, ut in vitreis et resinosis, susceptis cuncta ferme eadem contigerunt ratione, sed languidiores extiterunt contractiones, ita ut ea artificia essent adhibenda, quibus vires animalis electricitatis, contractiones excitantis, adaugentur. Hinc saepe unam superficiem unius plani marmorei, aut ejusdem superficiei partem (idem enim est, sive duo plana adhibeas, sive unum per armaturas in partes divisum) uno metallo, stamno ex. gr. aut argento, aere alteram aut aurichalco munire oportuit, ut contractiones prodirent, forte quia animalis electricitas, ut communis ac vulgaris, minus apte a marmoreis, quam a vitreis aut resinosis substantiis soleat coerceri.

Illud vero silentio praetereundum non est, quod si arcus unam extremitatem ex cohibenti materia habuerit, tunc ille admotus, ut supra, armatis planis nullas omnino excitat contractiones; excitantur vero istae, si vel eadem extremitas, vel aliud quodcumque cohibens corpus armatis nervis, aut spinali medullae, ut iam monuimus, admoveatur.

At rem in mortuis ranis, dissectisque nervis admirati solliciti fuimus eamdem in viventibus quoque, ac nervis cum integris, tum dissectis experiri. Hinc separatis integumentis, detectoque, et armato cruris nervo, ubi nudus ille ferme incedit, sub eo nempe cruris loco, qui cum poplite comparari potest, arcum de more cum eidem nervo, tum cruris musculis admovimus; contractiones haud raro contigerunt; contigerunt autem semper dissecto nervo, atque armato, in vitreumque planum armatum deducto, tum arcu sive nervo, sive eidem dumtaxat plano, et musculis eadem ac antea ratione admoto; deficiebant vero vel penitus, vel magna ex parte, si planum, supra quod nervus extenderetur, et deferens et nulla fuisset ratione insulatum: ut constare inde videatur, eamdem ferme esse animalis electricitatis agendi rationem cum in viventibus, tum in mortuis animalibus.

Tot habitis, neque, ut opinor, obscuris virium electricitatis animalis indiciis, experiri volui, num ad ejus vires colligendas, patefaciendasque quidquam, ut in extrinseca, et vulgari electricitate contingere monuimus, conferret consueta nervorum praeparatio, et diligens a caeteris partibus sejunctio. Inveni autem conferre plurimum. Nam si cranio dumtaxat, vel tubo vertebrali aperto, reliquo animali integro, cerebrum, aut spinalis medulla suo stamni folio obduceretur, tum una arcus extremitas armatae parti, altera cruri apponeretur, contractiones aliquae quidem in superioribus, at nullae, aut vix ullae in inferioribus artubus contingebant, sensim autem, atque gradatim aliquae prodibant, prout denudato, atque exenterato animali, nervi magis magisque a vicinis partibus sejungerentur, donec tandem nervis omnino ab iisdem sejunctis, ac liberis, et aere tantum circumdatis magnae illae, ac vehementes eodem arcu, eademque adhibita ratione prodirent, ut constare inde videatur vias, atque aditum animali electricitati a nervis ad contiguas partes patere forte aliquem, sive per

humiditatem, sive per vasa aut lymphatica, aut sanguinea nervis inserta, quibus dissectis liberi nervi, atque insulati cum supersint, parata ad motum electricitas ad armatum locum aut tota, aut magna parte confluens, suumque arcus ope per musculos, ac nervos circuitum absolvens contractiones edit, easque longe majores, quam ante hujusmodi praeparationem.

Hujusmodi autem phoenomenon novum suppeditare, neque leve animalis electricitatis argumentum videtur: et aliqua forte inde potest oboriri suspicio, accelerationem sanguinis, et humorum circuitum in musculari motu vel potissimum, vel aliqua parte ab ipsa electricitate pendere a nervis ad vasa affluente, in eorumque humores impetum faciente: cui sane conjecturae si locus fuerit, aliqua fortasse inde emanaret explicatio, cur in senibus, in quibus vasa multa coalescunt, uberius per nervos ad cerebrum recta contendens electricitas illud haud raro graviter laedat, reddatque senilem aetatem hac etiam de causa et paralysi, et apoplexiae, aliisque hujusmodi morbis magis obnoxiam. Sed de his alibi.

Verum nihil ad aliquam e nostris periculis depromendam utilitatem conducere magis visum nobis fuit, quam hactenus in frigidis tentata animalibus ad calida quoque sedulo transferre.

Facile enim intelligebam, si quae inveneram, ea ad frigida tantum pertinuissent, horum dumtaxat proprietates quasdam me invenisse vix forte aliqua cum utilitate conjunctas: eadem vero si in calidis quoque reperiri licuisset, magna mihi spes ostendebatur fore, ut ad muscularium nervearumque virium indolem, et naturam sin minus enodate explanandam, at paulo magis aperiendam, non parum proficerem; quod forte sine aliquo cum Physiologiae incremento, tum medicinae utilitate esse non poterat. Periculis autem factis in volatilibus, quadrupedibusque nec semel, sed pluries ac pluries, non modo praecipua phoenomena ex voto, ut in frigidis

animalibus, ranis nempe, testudinibus cesserunt, sed et facilius prodierunt, et longe fuerunt illustriora. Licuit etiam peculiare illud animadvertere, in viventi ac mortuo animali, fig. 19. et 20., puta in agno, aut pullo, dissecto nervo crurali, et metallico folio obducto, et supra planum vitreum armatum extenso obtineri contractiones sine arcus artificio, sed solo contactu corporis alicujus deferentis cum eodem plano; nervo autem supra metallicum planum producto, numquam, nisi arcus de more animali adhiberetur, easdem excitari.

Quo sane quid aptius, quid firmius, ut demonstretur animalem electricitatem a nervis ad contigua corpora diffundi, et non secus ac communis, atque vulgaris electricitas consueverit, cohibentibus colligi, et dispergi deferentibus substantiis? Haec ea sunt, quae experiundo comperimus.

Monitum autem postremo loco lectorem volumus, animalem electricitatem a nobis detectam, quemadmodum multis aliis proprietatibus, sic maxime inconstantia, varietate, et sui post certum tempus quadam veluti instauratione cum communi electricitate haud parum consentire. Differunt enim valde contractiones maxime in postrema hac periculorum parte habitae non solum pro vario animalium genere, sed pro varia cujusque eorum natura, aetate, varioque statu, et robore; ita ut in quibusdam promptissime et magnae contingant, aegre in aliis, ac vix sensibiles: differunt item pro varia ánni tempestate, et vel ipsius coeli constitutione.

Aestivo namque tempore, et fulgura minante coelo majores, promptioresque esse contractiones consueverunt, quam hieme, et placido coelo, quamquam tunc citius in animali extingui vim illam observavimus, qua excitantur; majores item promptioresque in seniori, quam in juniori; in vegetiori, quam in hebetiori animali; exanguibus demum, ac pallidis, quam sanguine oppletis, et rubris musculis.

Sunt praeterea contractiones in uno eodemque praeparato

animali nunc exiguae, nunc magnae, interdum etiam nullae, quandoque primis tentaminibus contingunt, interdum post alia atque alia.

Haec porro tanta effectuum, seu contractionum varietas non magnis tantum, sed brevibus etiam temporis intervallis se prodit.

Tandem imminutae post certum tempus, certamque quietem contractiones iterum augentur interdum quasi sponte, et invalescunt, quin deficientes quoque veluti sponte instaurantur, caeteris externis causis et rerum adjunctis vix, ac ne vix quidem, ut apparet, immutatis, non secus ac refici, et instaurari quasi per quietem, et otium ad certum tempus videtur quadrati magici, aut leydensis phialae dissipata per repetita experimenta electricitas.

Quo vero melius qui huic experimentorum generi operam dederint arcus usum et utilitatem agnoscant, illud notare expedit, quod deficientibus contractionibus, quae armatis potissimum nervis interdum solo corporis cujuslibet in primis deferentis tactu excitantur, si ad arcus tunc usum confugiant, easdem denuo instaurari videbunt; quod si vero eumdem arcum armatis plani superficiebus aptare velint, tunc vel continuo, vel paulo post animalis praeparationem in usum advocent.

Haec autem eo consilio monemus, ne quis haec nostra iterando pericula, in aestimandis contractionum, et electricitatis viribus, aut ipse se decipiat, aut fuisse nos deceptos arbitretur; si enim pluries haec eadem instituat pericula, pluries etiam, quae nos attulimus phoenomena usu, et experientia comperiet.

PARS QUARTA.

CONJECTURAE, ET CONSECTARIA NONNULLA.

Ex hactenus cognitis, exploratisque satis constare arbitror, electricitatem animalibus inesse, quam liceat nobis cum Bertholonio, aliisque generali quodam nomine animalem appellare. Haec, sin minus omnibus, plerisque tamen animalium partibus continetur; sed in musculis, ac nervis luculentissime se exhibet. Hujus peculiare nec antea cognitum ingenium esse videtur, ut a musculis ad nervos, vel ab his potius ad illos tendat vehementer, subeatque illico, vel arcum, vel hominum catenam, vel quaecumque alia deferentia corpora, quae a nervis ad musculos breviori, et expeditiori ducant itinere, celerrimeque per eadem ab illis ad hos excurrat.

Ex hoc autem duo maxime profluere videntur, duplicem scilicet in his partibus electricitatem esse, positivam aliam, ut credere est, aliam negativam, atque alteram ab altera penitus esse natura sejunctam; secus enim aequilibrio habito, nullus motus, excursus electricitatis nullus, nullum muscularis contractionis phoenomenon.

Cuinam vero ex dictis partibus insideat una electricitas, cuinam altera; utrum scilicet alia in musculo, in nervo alia, an utraque in uno eodemque musculo, et ex qua parte fluat, difficile sane est definire. In hac tamen rerum obscuritate si opinari liceat, inclinat animus ad utriusque electricitatis sedem in musculo collocandam.

Licet enim ad musculares contractiones obtinendas necesse plerumque sit arcus extremitatem unam nervis extra musculos apponere, alteram ut diximus musculis; non inde tamen sequi videtur, nervos propria pollere electricitate, ut proinde una in his, in musculis altera sedem habeat; quemadmodum in leydensi phiala, etsi una arcus extremitas externae ejusdem phialae superficiei, altera ejusdem conductori soleat applicari, ut electricitatis excursus ab una ad alteram fiat superficiem, minime tamen inferre licet electricitatem, quae in conductore se prodit, peculiarem esse, et ab ea, quae intra phialae fundum fuerit collecta, dissimilem; quin immo constat eam ad intimam, oneratamque superficiem omnino spectare, ambasque electricitates, etsi contrarias, in eadem ipsa phiala contineri.

Quocirca si magnus contractionum, quae in praeparato animali obtinentur, numerus spectetur, cui sane minime respondere posse videtur exigua illa electricitatis quantitas, quae in exigua nervi parte post sectionem in praeparatis musculis superstite contineretur; si praeterea ea multa a functionibus animalibus petita argumenta considerentur, quae nerveum fluidum jam a nobis electricum demonstratum libere per nervos, celerrimeque excurrere aperte declarant; si demum non obscura, neque difficilis attendatur phoenomenorum ex utraque electricitate in ipso musculo insidente explicatio, ut postea ostendemus, non abs re esse videbitur conjicere, musculum propriam esse exploratae a nobis electricitatis sedem, nervum autem conductoris munere fungi.

His admissis non inepta forte, neque a veritate omnino abludens hypothesis, atque conjectura illa esset, quae muscularem fibram ad exiguam veluti quamdam leydensem phialam, aut ad simile aliud electricum corpus referret, duplici eaque contraria electricitate instructum; nervum autem phialae conductori quodammodo compararet, atque totum propterea musculum cum leydensium phialarum congerie quasi componeret.

Duplicem autem, atque contrariam electricitatem posse in uno eodemque musculo insidere a veritate non alienum ille facile concedet, qui consideraverit, muscularem fibram, quamvis primo adspectu simplicissimam, diversis tamen cum solidis, tum fluidis partibus componi, quae substantiae in ea varietatem haud levem inducent: nerveam certe substantiam in ea reperiri a musculari omnino dissimilem haud obscure sensus monet, qui in quocumque fibrae puncto praesto est. Quae quidem nervea in quocumque fibrae puncto substantia cum neque nervum referat, neque oculis pateat, sed sensu tantum dignoscatur, quid prohibet quin eam a substantia visibilis nervi aliqua saltem ex parte dissimilem, aut varia ratione dispositam conjiciamus, atque propterea electricam forte naturam habere, deferentem vero nervum extra muscularem fibram productum? Verum id clarius forte ex iis, quae de nervis paulo infra dicemus, prodibit.

Multo autem difficilius, duplicem electricitatem in una eademque fibra musculari ille negare poterit, qui eamdem fibram oppositas inter se superficies, externam scilicet et internam, habere, neque difficile, neque sine aliqua veri specie esse viderit, sive spectata cavitate, quam nonnulli eidem tribuunt, sive substantiarum diversitate, qua componi diximus, quae nequit esse sine variis muscularis substantiae foveolis veluti, ac superficiebus.

Demum, si quis animum vel parumper *Turmalino* lapidi adjecerit, in quo duplicem contrariamque electricitatem reperiri recentiorum iuventa videntur suadere, novam ille ab analogia desumptam rationem prospexerit, qua non inanis omnino hujusmodi reddatur hypothesis. At quacumque ratione se se res habeat, tantum sane causarum, phoenomenorumque consensum inter electrici fluidi e leydensi phiala eruptionem, et nostras contractiones animadvertere visi sumus, ut ab hac hypothesi, et comparatione vix, ac ne vix quidem potuerimus

animum removere, ac nos cohibere, quin a simili causa cum illam, tum istas repeteremus.

Nam tribus potissimum adhibitis artificiis erumpit ab interna leydensis phialae superficie electricitas; contactu nempe ejusdem conductoris cum deferente maxime aliquo corpore, arcus appositione, atque scintillae ab electricae machinae conductore, ut nuperrime observavimus, eductione.

His autem ipsis tribus artificiis musculorum contractiones jam obtineri vidimus, contactu nempe armati nervi, quem musculi conductorem fecimus, arcu cum eidem nervo tum musculo suis extremitatibus apposito, scintillae demum jactu.

Inter artificia vero illa ut omnibus aptius, et validius ad promovendam electricitatis e leydensi phiala eruptionem est arcus, sic eumdem omnibus esse magis ad musculares excitandas contractiones idoneum jam vidimus; item quemadmodum, nisi conductor extra phialae orificium, ac maxime extra illam sedem emineat, ab eaque distet, in qua deferens materia intra phialam continetur, arcus usus vix quidquam ad eam promovendam eruptionem potest, sic vix quidquam posse ad eas inducendas musculares contractiones eumdem arcum, si nervi prope musculos fuerint resecti, jam demonstravimus.

Jam vero ad scintillae eductionem quod attinet, longius etiam, quam hactenus exposuimus, procedit similitudo; quod ut recte intelligatur animadvertimus, casu nos observasse, tenebris factis, lucidum penicillum jugiter in acuminato leydensis *oneratae phialae* conductore micare, et post aliquod inde tempus sponte deficere. Postquam autem illud defecerit, si fuerit phiala ad certam e machinae conductore distantiam collocata, atque ab eodem conductore scintilla eliciatur, iterum idem prodit penicillum eo ipso temporis momento, quo scintilla educitur, mox evanescit, sicque educta scintilla oritur alterne, et extinguitur. Hujusmodi penicillum illud est, quod variis

modis a nobis tentatum exploratumque novum nec leve obtulit analogiae jam propositae argumentum; nam ut scintillae jactu se prodit hujusmodi penicillum, sic excitantur, ut monuimus, contractiones; praeterea, quemadmodum si deferens corpus maxime cum tellure communicans externae phialae superficiei addatur, quo tempore idem penicillum scintillae jactu vel deficit, vel languescit, continuo elicita iterum scintilla reviviscit, et instauratur; sic eodem deferente musculis apposito vel instaurari deficientes, vel adaugeri languentes, dum scintillae elicerentur, musculorum contractiones jam monuimus. Item, ut educta scintilla illud penicillum apparet, sive conductor phialae machinam respexerit, sive in opposita fuerit regione; sic perinde contractiones, ut diximus, contingunt, sive e regione machinae fuerint nervi, eorumque conductores, sive in opposita. Tubo autem, vel vitreo, vel resinoso, si ea conductoris pars concludatur, quae extra phialae orificium eminet, deficit scintillae jactu penicillum, non secus ac eodem tubo inclusis nervis deficiunt contractiones, etsi reliquum animal aeri libere pateat.

Quemadmodum praeterea si phiala intra vitreum aliud vas collocetur metallico folio extus obductum, solo contactu exterioris hujus vasis, dum scintilla elicitur, languens instauratur, et reviviscit deficiens penicillum; sic phiala, in qua est animal, ut in fig. 3. Tab. V., intra idem vas collocata, ejusdem vasis contactu, reviviscunt in scintillae jactu languentes contractiones, et desinentes iterum insurgunt.

Ut omnis vero electrici ejus penicilli in scintillae jactu conspectus evanescit, si aut conductor internae superficiei ultra phialae orificium non emineat, aut licet emineat, si conductor alter eidem addatur, isque ad externam usque phialae superficiem protrahatur; sic cessant in scintillae jactu, ut narravimus, contractiones, si aut nervus extra respondentes sibi musculos, contiguasque partes non emineat, aut licet emineat,

si alius conductor eidem aptetur, qui ad musculos usque, vel ad eorum conductores dirigatur.

At vero licet non levem veri speciem haec praeseferat hypothesis et comparatio, nonnulla tamen sunt, quae eidem haud leviter videntur adversari. Nam vel nervi idioelectricae sunt indolis, ut nonnulli autumant, atque conductorum tunc munere fungi minime poterunt; vel sunt anelectrici, et qui fieri tunc poterit, ut intra eos electricum contineatur animale fluidum, neque vagari eidem atque ad vicinas partes se diffundere liceat, non sine magno sane contractionum muscularium detrimento? Huic autem incommodo ac difficultati haud difficile occurret ille, qui nervos ita comparatos sibi fingat, ut intus cavi sint, aut aliqua saltem materie compositi ad electricum vehendum fluidum apta, extus vero vel oleosa, vel alia coalescant substantia, quae electrici ejusdem fluidi per eos excurrentis dissipationem, effusionemque cohibeat. Talis quidem nervorum structura, atque compages illud efficiet, utroque ut munere possint fungi, deferendi scilicet nerveo-electrici fluidi, et una ejusdem praecavendi effusionem, eritque et animali oeconomiae, et experimentis admodum accommodata; animalis siquidem oeconomia semper spiritus animales intra nervos coercitos postulare videtur; experimenta autem demonstrant oleosa maxime substantia nervos conflari: nam non ingens modo a nervis per distillationem obtinetur olei quantitas, et longe major, quam a musculis, sed major fuit a nobis recentiorum methodo educta ab iis inflammabilis aeris copia, quam ab ulla alia animalis parte elicere umquam licuit, ejusque fuit hic aer indolis, ut accensus vividiorem, purioremque flammam, et longe permanentem emiserit, quam soleat inflammabilis ipse aer a reliquis partibus eductus; uberioris sane oleosae in nervis substantiae haud leve indicium.

Neque vero idioelectrica haec in nervis substantia, quae praesidio esse videtur, ne electricum nerveum fluidum non

sine gravi detrimento disperdatur, impedimento erit, quominus idem fluidum per deferentem nervorum intimam substantiam excurrens ab iisdem nervis, ubi opus fuerit, ad contractiones perficiendas exeat, atque per arcum ad musculos suo more et ingenio velocissime transferatur.

Quemadmodum enim etsi cera obductus leydensis phialae conductor, nihilominus eidem apposito arcu explosio obtinetur, si vel tenue fuerit cerae stratum, vel etsi crassius, tenui tamen metallico folio fuerit obductum, dummodo certos crassitiei non praetereat limites, ut nos saepius experti fuimus; sic a nervo simili forte ratione a natura fabrefacto, maximeque arte armato, poterit electricum fluidum effluere, contractionesque perficere.

Liceat itaque nobis haud forte improbabilem sequi hujusmodi hypothesim, quam tamen continuo abjiciemus, simul ac aut docti homines ab ea dissenserint, aut aptiorem aliam Physicorum inventa, vel nova hac de re suscepta pericula demonstraverint.

Pauca nunc de animalis hujus electricitatis indole ab iis desumpta, quae ex enarratis periculis licuit inferre. Sunt itaque huic electricitati alia cum artificiali et vulgari, alia cum Torpedinis, aliorumque hujus census animalium electricitate communia.

Communia cum vulgari electricitate sunt; primo liberum ac facile iter per eadem corpora, per quae communis illa excurrere consuevit, per metalla scilicet in primis, atque inter haec per perfectiora et nobiliora, ut sunt aurum et argentum, deinde per minus nobilia, aes nempe, ferrum, stamnum, plumbum, praeterea per imperfecta, cujusmodi sunt antimonium, ac postremo per mineras; facilis item ac libera via per aquam, per humida corpora; difficilior per lapides, terras, ligna; interrupta demum, ac penitus interclusa per vitrea, resinosa, oleosaque corpora, quo fit ut si metalla cohibenti plano fuerint superstrata, non secus ac communis, et

artificialis cumulari in iisdem, et longe majores edere effectus consueverit, contractiones scilicet vehementiores, diuturnioresque excitare, quam si eadem metalla cum deferentibus aliis corporibus libere communicarent.

Secundo delectus in excursu brevioris, expeditiorisque viae, arcus nempe, angulorum, cuspidum.

Tertio duplex ejus, atque contraria indoles, alia scilicet positiva, negativa alia.

Quarto diuturna ejusdem, et per horas constans musculis adhaesio, non secus ac communis electricis natura corporibus adhaerere diu consuescit.

Quinto spontanea, neque ad exiguum temporis spatium producta ejusdem veluti instauratio.

Sexto insigne ipsius virium incrementum armaturae, ut ajunt, artificio adhibito, eoque ipso metallo confectae, quo resinosa, et vitrea corpora sepire Physici in more habent.

Communes vero cum torpedinis, aliorumque hujus census animalium electricitate proprietates hae maxime sunt. Circuitus nempe veluti quidam electricitatis ab una animalis parte ad alteram, isque vel per arcum, vel per ipsam aquam arcus vices gerentem, ut physici animadverterunt. Quo sane constat, talem circuitum non torpedinis solum, aut similium, sed plerorumque forte animalium, nostris adhibitis artificiis, esse proprium. Praeterea, ut in illa, sic in ista desunt et levioris quasi aurae sensatio, et attractio, aut repulsio levissimorum corporum, et minimi demum motus in electrometris hactenus inventis indicia.

Id vero etiam commune habet animalis nostra electricitas cum hujusmodi electricitate, ut nullo praevio artificio, frictione nempe, calore, aut hujusmodi aliis indigeat, quibus excitetur, sed parata veluti a natura ac prompta jugiter sit, soloque contactu se prodat. Immo tanta est ad agendum promptitudo in ea animalium electricitate, quam experti fuimus, ut si

corpore licet cohibento attingatur vertebralis tubus quo loco est armatus, nihilominus haud raro contractiones se prodant, animali potissimum recenter mactato, et praeparato, saepe autem contingant si idem cohibens corpus adversus metallicum folium ita urgeatur, ut folii contactus cum nervo e tubo egredienti aut augeatur, aut immutetur, quod nescio an de torpedinis electricitate possit affirmari.

Id porro unum torpedinis maxime, atque affinium animalium proprium, ac peculiare videtur, ut pro arbitrio, ac voluntate extra cutim valcant electricitatem dirigere, atque expellere, ita ut suum illa extra corpus circuitum conficiat, et tanta copia, et vi, ut scintillam, si Physicos audiamus, exhibeat, ut concussionem, vehementemque sensationem inducat, eumque interdum impetum in animalcula, quae in ipsius circuitus semitam incidunt, faciat, ut eadem vel necet, vel stupida reddat, et consternata. Verum haec uberiorem forte in hujus census animalibus electricitatis copiam, et vim designant, non vero dissimilem naturam; et forte aliquando inveniri poterunt artificia, quibus hujusmodi effectus in aliis etiam animalibus obtineantur.

Inventae autem a nobis atque indicatae ejusmodi electrici circuitus in caeteris animalibus cum vires et rationes, tum viae et instrumenta aliquam forte lucem circa eumdem in torpedine, affinibusque animalibus circuitum poterunt afferre, et rursus ab horum animalium organorum, quae ad id muneris apta sint, diligentiori disquisitione et observatione poterunt haec nostra lucem recipere. Instrumenta forte erunt similia, iidem electrici circuitus termini, musculi nempe, et nervi.

Haec de indole, atque ingenio animalis electricitatis. Pauca nunc de ejusdem fonte. Hunc non dissimilem ab eo esse putarem, quem Physiologi ad haec usque tempora pro spiritibus animalibus indicarunt, cerebrum nempe. Licet enim electricitatem musculis inhaerentem indicaverimus, non in ea

tamen versamur opinione, ut ab iis quoque tamquam a proprio, et naturali fonte emanet.

Nam cum omnes nervi, tum qui ad musculos, tum qui ad caeteras feruntur corporis partes, ut specie, sic natura iidem videantur omnino esse, quis jure negabit ejusdem indolis fluidum omnes vehere? Sed jam supra ostendimus, per musculorum nervos electricum ferri fluidum; feretur igitur per universos: ab uno itaque, et communi fonte, cerebro nempe, omnium principio et origine idem haurient: secus enim tot essent fontes, quot sunt partes, in quas nervi desinunt; quae cum natura, et constructione sint admodum dissimiles, non unius ejusdemque, ut oportet, fluidi elaborationi et secretioni aptae esse videntur.

Electricum igitur fluidum cerebri vi praeparari, atque e sanguine extricari simile veri credimus, illudque nervos ingredi, atque intus per eos excurrere sive cavi et liberi sint, sive, ut probabilius videtur, tenuissimam lympham, vel simile aliud peculiare tenuissimum fluidum vehant a corticali cerebri substantia, ut plerique opinantur, secretum. Quod si erit, recondita ac diu frustra perquisita spirituum animalium natura haud obscure forte tandem prodibit. At, ut ut res sit, eorum certe electricitatem in posterum post haec nostra tentamina in dubium, ut opinor, revocabit nemo. Quam etsi ratione, et nonnullis tantum ducti observationibus in publicum nostrum Anatomicum Theatrum primi forte attulimus, celeberrimique viri quamplures jam pridem indicassent, numquam tamen amicam adeo nobis fortunam arbitrati essemus, ut eamdem in nervis latentem, et manibus veluti pertractare, et extra nervos deducere, ac pene sub oculos ponere nobis forte primis concederet.

His praemissis atque indicatis, ad ea nunc primum me confero, quae ad explicationem pertinent aliquam muscularium maxime contractionum, quae nostris experimentis obtinentur,

ea deinde prolaturus, quae cum ad naturales ac voluntarios motus, tum ad invitos, morbososque spectant, ut nostrarum observationum utilitati aditus aperiatur aliquis, si quidem ab animalibus, atque maxime a calidis ad hominem haec nostra, ut non sine causa arbitramur, liceat transferre.

Ex captis itaque experimentis illud haud difficile eruitur, celerem vehementemque nerveo-electrici fluidi excursum per musculum ad nervum illum esse, quo maxime musculares contractiones, ac motus excitantur.

Qua vero ratione hujusmodi electricitatis excursus contractiones inducat, utrum ex. gr. mechanica quadam irritatione, ac stimulo, aut nervos, aut muscularem fibram percellendo, ejusdemque, ut ajunt, irritabilitatem excitando, an more, et ingenio communis vaporis electrici peculiarem, vehementemque attractionem inter particulas ex. gr. muscularem fibram componentes celerrimo suo per eamdem excursu inducendo, ut propius illis ad se mutuo accedentibus reddatur fibra brevior, an alia, ut proclivius est credere, nondum cognita ratione agat, scitu perdifficilis nimis res est, atque tenebris nimis obvoluta. Alia forte, atque alia hac de re instituta pericula aliquod lumen aliquando afferent. Sed nunc illud primum quaerendum venit, qua scilicet ratione, quibus de causis talis a musculis ad nervos electricitatis excursus in enarratis periculis contingat, quod in allata supra hypothesi haud difficile erit invenire.

Diligenter itaque velim in primis animadversum, duo vel maxime requiri, vel certe summopere conducere ad musculares excitandas contractiones, de quibus hactenus disseruimus.

Primo nempe aliquid, quod fluidum nerveo-electricum a musculo ad nervum advocet, atque ad exitum sollicitet; aliquid deinde, quod idem e nervo exiens in se recipiat, atque vel ad musculos deferat, ac veluti restituat, vel alio deducat, ac distrahat. Una siquidem vel altera ex his conditionibus deficiente, contractionum phoenomenon quoque deficit.

Quae autem nerveo-electricum fluidum a musculo ad nervum invitant, ac veluti compellunt, haec maxime videntur; sublatum scilicet repente aequilibrium inter internam musculorum, nervorumque electricitatem, et externam corporum cum nervis maxime communicantium; irritatio praeterea eorumdem nervorum, contactus corporis alicujus, maxime deferentis, aut cum iisdem ipsis nervis, aut cum corporibus deferentibus cum iisdem nervis communicantibus; nerveae demum substantiae commotio veluti aliqua, aut levissimi affrictus species, ut dum simplici percussione plani, in quo praeparatum animal jacet, contractiones excitantur.

Patet autem hujusmodi incitamenta partim ad sublatum aequilibrium, partim ad genus quoddam impulsus in nervos, etsi minimi, referri demum posse.

Electricum vero fluidum ad nervum his de causis accurrens excipietur corpore quocumque deferenti, quod illud a nervis ad musculos transferet, si ab illis ad hos fuerit electrici arcus more productum; alio autem deducet, si cum nervis tantum, aut cum corporibus nervos contingentibus idem communicaverit, ac certam habuerit magnitudinem.

Jam vero his adnotatis atque statutis, venio nunc ad explicationem muscularium motuum, quos observavimus, atque eorum primo, qui scintillae jactu obtinentur.

Jactu enim scintillae eripitur electricitas, cum ex aeris stratis machinae conductorem circumambientibus, tum ex nervorum conductoribus cum iisdem stratis communicantibus, fitque propterea eorum electricitas negativa. Hinc intima musculorum positiva electricitas, viribus cum propriis, tum ab extrinseca electricitate sive artificiali, sive naturali mutuatis, uberior ad nervos accurret, ut ab eorum conductoribus excepta, atque per eos se se diffundens deficientem cum in iis, tum in paulo ante dictis aeris stratis electricitatem instauret, seseque cum eadem ad aequilibrium componat, non secus ac in leydensi

phiala internae superficiei positiva electricitas in scintillae eductione uberius ad illius conductorem iisdem de causis affluit, et ab eodem exit, quemadmodum lucidi electrici penicilli forma aperte declarat.

Hinc sane haud difficile intelligitur, conductorum in nervis ad excipiendam et transferendam electricitatem sive utilitas, sive necessitas, eorumque constans cum muscularibus contractionibus ratio, et proportio.

Similis causa, et ratio esse videtur contractionum muscularium, quae scintillae jactu in animali obtinentur vitrea nostra machinula incluso: interna enim musculorum electricitas ad internam vitri superficiem per nervos, eorumque conductores ob eamdem aequilibrii legem videtur affluere, ut tantum scilicet electricitatis ad internam vitri superficiem confluat, quantum per scintillae jactum ab exteriori fuerit abreptum.

Eadem quoque videtur phoenomeni ratio, et causa in contractionibus, quae contingunt conductoribus praeparatorum animalium ad externam leydensis phialae superficiem, aut prope eamdem appositis, dum scintilla e conductore internae superficiei elicitur.

Immo tam apte, et perspicue hac superficierum, et aequilibrii lege phoenomenon explicatur, ut eum non facile reprehenderem, qui ab eadem lege contractiones quoque illas explicaret, quae obtinentur in scintillae a conductore electricae machinae extorsione, duplicemque ille in aereis stratis eumdem conductorem circumambientibus veluti superficiem consideraret, internam alteram conductorem, externam alteram animal respicientem.

At sive hac, sive illa ratione, aut alia nondum cognita, res contingat, dubitabit nemo, quin eaedem sint phoenomeni causae, et rationes in contractionibus illis, quas fulgurante coelo fieri diximus; idem enim in fulgurum jactu aereis stratis electricam nubem circumambientibus contingere videtur, ac illis contingat, quae electricam machinam circumdant.

Tandem ex eadem aequilibrii lege inter positivam musculorum, et negativam obsignatoriae cerae electricitatem nemo non videt, facile contractiones illas ortum ducere, quas ex admota nervis eadem cera perfricata contingere diximus, deficere vero admoto perfricato vitro; item ex eadem aequilibrii lege illas quoque contractiones derivare, quas dum clypeus electrophori e suo resinoso plano attollitur, contingere jam monuimus.

Sed venio nunc ad eas, quae sive arcu, sive corporum deferentium cum nervis contactu, sive eorumdem nervorum irritatione, sive aliis, quos supra indicavimus, modis excitantur; ad quas quidem quod attinet, nemo animalis electricitatis, quam attulimus, indolem atque ingenium vel parumper animadvertet, quin facile intelligat, quam illa sint artificia ad internam positivam musculorum electricitatem ad nervos advocandam, eamque excipiendam, atque ad externam musculorum partem negative, ut posuimus, electricam transferendam apta, et accommodata.

Verum his semel admissis quaeri potest, quid sit, quod si corpore aliquo cohibente nervus vel tangatur dumtaxat, quemadmodum interdum contingit si fuerit ille armatus, vel eodem (vel si mavis artificiali electricitate) irritetur, nihilominus prodeant contractiones.

Nam adest tunc quidem et contactus et impulsus, qui, etsi levis, forte poterit nerveo-electricum fluidum ad nervi exteriora revocare: at corpus, quod idem fluidum excipiat, atque vel alio aequilibrii causa ducat, vel multo magis ad musculos restituat, deesse omnino videtur.

Verum expositis phoenomenis accurate perpensis, atque nerveo-electrici fluidi indole, et ingenio considerato, quo per deferentia dumtaxat corpora liberum aditum, ac paratam sibi viam invenire consuevit, et a nervis ad musculos vehementer contendere, ne tum quidem deferens corpus, arcus quasi

vices gerens, deesse forte videbitur; fluidae scilicet humidaeque extrinsecae nervorum partes, vel crassae potissimum, et durae eorum membranae, vel utraeque id muneris poterunt praestare. Hinc forte cranio aperto, ac nudo cerebro, item spinali medulla e suo vertebrali tubo educta ac nuda, musculorum contractiones, ut diximus, excitantur nullae, licet arcus eidem admoveatur; excitantur vero, si metallico folio eadem instruatur, quod deficientis membranae vices longe expleat; secus vero, ut monuimus, in nervis contingit, quos crassis membranis extra cerebrum cum obduxerit natura, sic metallico folio munire perutile quidem semper est, at minime necessarium. Quod si metallicum folium, quo nervos obducere consuevimus, veluti ad partem arcus referas, atque in mentem revoces quae de multiplicis arcus substantiae utilitate in adangendis contractionibus attulimus, forte contractionum, quae solo contactu contingere, ut jam diximus, videbantur, plerasque ab arcu etiam repetes, quem partim metallicum folium, partim deferentes jam dictae nervorum substantiae veluti conficient.

Haec autem si concedantur, aditus forte aperietur aliquis ad explicandos musculares motus, qui in vivente animali fiunt, quosque considerare nunc aggredimur. Nam ad voluntarios quod attinet, poterit forte animus mira sua vi, aut in cerebrum, ut proclivius est credere, aut extra idem in eum, quem sibi libuerit, nervum impetum quasi quemdam facere, quo fiet ut nerveo-electricum fluidum a respondente musculo confestim ad eam nervi partem confluat, ad quam fuerit per impulsum revocatum; quo cum perventnm erit, cohibenti nerveae substantiae parte per auctas tunc vires superata, ab eaque exiens excipietur, aut ab extrinseca nervi humiditate, aut a membranis, aut a contiguis aliis deferentibus partibus, per easque ceu per arcum ad musculum, a quo discessit, restituetur, ut nempe juxta aequilibrii legem ad muscularium fibrarum partem

negative electricam ea copia tandem confluat, qua a positive electrica earumdem parte per impulsum in nervo, ut opinari placuit, antea effluxerit. Non dissimili forte, immo minus difficili, si quid judico, ratione expediri res poterit in invitis et praeternaturalibus motibus, acribus scilicet, et stimulantibus principiis nervos, vel spinalem medullam, vel cerebrum irritantibus, nerveumque simul fluidum advocantibus, ut a deferentibus partibus exceptum ad musculos tandem tamquam per arcum restituatur.

Pro diversa autem acrium humorum stimulandi, et deferendi vi, ac facultate contractiones quoque erunt dissimiles; item pro vario situ, quem iidem in nerveis partibus occupabunt.

Facile enim est intelligere, ubi hujusmodi humores extra vasa effusi inter nervosae substantiae superficiem, et ipsius involucra subsideant, contractiones tunc vehementiores, diuturnioresque fieri debere, quod effusi tunc scilicet, et stagnantes acres humores non vehementius modo nervum irritabunt, sed aptiorem quoque armaturae et arcus quasi speciem nerveo-electrico fluido exhibebunt.

Hinc in gravioribus rheumaticis affectionibus, atque potissimum in ischiade nervosa, in qua stagnat, monente Cotunnio, humor inter involucrum, et superficiem nervi, non acerbiores modo dolores, sed graves adeo, et adeo constantes contractiones musculorum male affecti artus esse consueverunt, ut saepe idem artus vel diu, vel semper contractus maneat.

Hinc forte etiam tam vehementes, tam diuturnae, tam facile et brevibus intervallis redeuntes, et lethales plerumque musculorum contractiones, seu convulsiones insurgunt, ubi acres, ac pravi humores vel intra cerebrum et piam, vel intra piam et duram matrem, vel intra cerebri ventriculos, vel intra spinalis medullae aut nervorum superficiem et involucra stagnant, ut plerumque in tetano contingit; in quo sane morbo illud maxime mirandum venit, primum universos fere musculos

in gravissimas tonicas contractiones incidere, licet unus dumtaxat nervus interdum sit affectus, ut in tetano, qui nervi puncturae aliquando supervenit; deinde musculos in easdem contractiones et sponte, et saepe relabi solo quandoque vel levi tremore, aut percussione lecti, aut plani, cui aegrotantis lectulus innititur. Verum simile quidpiam contingere jam vidimus in praeparatis, armatisque animalibus, in quibus licet arcus uni dumtaxat crurali nervo applicaretur, tamen omnes musculi non unius tantum, sed utriusque artus in tonicas veluti contractiones incidebant, in easque aut solo tremore, aut percussione plani, in quo jacebant animalia, sponte interdum recidebant, ut propterea pericula haec nostra videantur hujus morbi, ejusque peculiarium symptomatum sin minus causam et rationem detexisse, suspicionem saltem aliquam medicis injecisse.

Jam vero his de musculorum contractionibus cum blandis ac naturalibus, tum vehementioribus et morbosis, positis ac perpensis, facile erat ut contrariorum vitiorum, paralysis nempe etc., nova veluti causa et ratio animo objicieretur, cohibitus nempe nerveo-electrici fluidi expositus jam circuitus vel a musculo ad nervum, vel a nervo ad musculum.

Primum forte contigerit, si oleosa, aut alterius cohibentis indolis substantia intimam nervi partem obsideat; alterum si similis materia aut extimam nervi humiditatem, aut membranas ipsas infecerit, aut alias quascumque partes, per quas nerveo-electricum fluidum indicatum jam circuitum absolvit; utrumque autem, si ab acribus, et corrodentibus maxime principiis ejusdem materiei effusio, congestioque promoveatur, et nervorum, vel cerebri substantia texturaque laedatur. Verum haec etsi forte speciem aliquam veri habere posse videantur in iis potissimum paralysibus, atque apoplexiis, quae lente, et pedetentim aegros invadunt, in illis tamen, quae momento temporis miseros aggrediuntur, longe alia phoenomeni causa videbatur excogitanda.

Haec atque similia dum animo volvebam, non apoplexiae modo, sed epilepsiae nova quasi causa mihi obversabatur ab iis maxime desumpta, quae artificiali in animalibus adhibita electricitate saepe occurrunt observanda.

Quemadmodum enim artificialis electricitas dum de industria vel contra cerebrum, vel contra nervos, vel contra spinalem medullam, leydensis phialae ex. gr. conductoris ope, dirigitur, eadem si certa copia, ac vi in eas partes irruat, easdem irritat et animalia in vehementes quasi convulsiones impellit; si vero copia longe majori earum substantiam laedit, ac vehementer labefactat, paralytica, aut apoplectica eadem animalia reddit, aut, si vehementior fuerit, interimit: sic eadem, aut similia posse animalem electricitatem in homine praestare quasi divinabam, maxime si, ut communis electricitas solet, sic illa tenuissima principia raperet, promptissimeque sibimet adjungeret, quibus vis eidem longe major adderetur; cujusmodi essent, quae sub acrium principiorum nomine veniunt, quaecumque demum ea fuerint; itaque sic coinquinatam animalem electricitatem vel a musculis, vel ab aliis partibus ad cerebrum per nervos contendentem, in illudque irruentem, nunc epilepsiam, nunc apoplexiam inducere posse arbitrabar, prout scilicet major, vel minor esset ejusdem in cerebri, aut nervorum substantiam vis, atque impetus, ejusdemque gravius, vel levius coinquinamentum. Advocari enim vehemens ad cerebrum electricitatis animalis per nervos excursus, et impetus posse videbatur a pravorum copia, ac qualitate in eodem cerebro stagnantium humorum, idemque cerebrum, vel nervos stimulantium, ac lacessentium, aut demum, ut alia praeteream, ab ingenti aliqua, et subitanea atmosphaericae electricitatis mutatione, maxime si subita fiat ejusdem a positiva ad negativam conversio, illi forte haud absimilis, quam in stratis aereis tum electricae machinae conductorem, tum electricam nubem circumdantibus fieri conjecimus vel scintillae extorsione, vel fulminis jactu.

Hactenus autem recensitae causae neminem non videre putabam quam vehementius, promptius, faciliusque vires possent exercere suas, si acres, stimulantesque materies in cerebro inhaeserint, quam si in nervis; idiopathicos enim in illo, sympathicos in his poterunt eos morbos forte designare: sed erunt praeterea longe etiam graviores, et facilius contingent hujusmodi morbi, si animalis electricitas, eaque vitiata in corpore, atque in muscularibus, et nervosis maxime partibus redundarit. Hinc forte mecum ipse reputabam hujusmodi morbos maxime in senibus saevire, quod in iis tum ob intermissos labores, atque exercitia, tum ob inductam a senectute partium ariditatem, oleosaeque in primis nervorum substantiae densitatem, tum demum ob imminutam insensibilem perspirationem, a qua tanta extra corpus et electricitatis, et acrium, tenuissimorumque principiorum copia asportatur, uberior vitiatae animalis electricitatis copia cumulari videretur; sic etiam saevire eadem de causa fatales hos morbos conjiciebam, gravioribus maxime iis coeli tempestatibus, et mutationibus imminentibus, quibus major in atmosphaera electricitatis copia esse consuevit, aut paulo post; major enim tunc temporis reperitur in animalibus electricitas, ut saepius dictae contractiones et promptius, et vehementius tunc contingentes haud obscure significare videntur. His porro aliisque de causis praeter modum aucta, ac vitiata electricitas animalis videbatur tali vi, atque impetu in cerebri substantiam posse momento temporis irruere, ut ejus structuram eodem temporis momento laederet vehementer, vasaque disrumperet, unde et paralyses continuo facile consequerentur, et humores effunderentur, effusique, ac stagnantes, ut saepe contingit, in cadaverum sectionibus reperirentur. Haec porro, atque alia in mentem veniebant circa horum morborum causam, et invadendi rationem: sed simul intelligebam hujusmodi hypotheses in multas, et gravissimas apud doctos homines difficultates, in eorumque forte

reprehensionem posse multis de causis offendere, atque potissimum quod communi, et in scholis receptae opinioni adversantur, musculares scilicet motus nervei fluidi excursu a cerebro ad musculares partes perfici, non ab his ad illud.

Verum si quis inter caetera ad mentem revocaverit illam quasi auram, quam vel ab inferioribus artubus, vel a stomacho, vel ab imo ventre ad cerebrum ascendentem facile, ac persaepe sentiunt epileptici, et accusant momento, quo convulsionibus corripiuntur; si consideraverit deinde, interdum ejusdem morbi progressum arceri, si laqueus cruri injiciatur, qui ascendentis aurae iter quasi impediat, atque intercipiat; si quis, inquam, ad haec omnia, atque ad nostra pericula animum advertat, is facile ignoscet nobis, si in has conjecturas descenderimus. Sed haec, ut ajebam, animo quasi fingebam, eo maxime consilio, ut a doctissimis viris ad trutinam revocarentur.

Proposita non naturalium modo, sed morbosarum contractionum, et paralysis causa ex comperto animalis electricitatis ingenio maxime petita, nonnulla superesse videntur de eorumdem vitiorum curatione attingenda.

Atque in primis illud e nostris periculis erui posse videtur, quod quaecumque ad eos tollendos morbos adhibeantur remedia, atque vel ipsa extrinsecus administrata electricitas, haec omnia, si quid boni afferre debent, in animalem maxime electricitatem vim exerceant suam oporteat, atque eam, ejusque circuitum vel augeant, vel imminuant, vel alia ratione immutent. Quam propterea electricitatem, ejusque statum prae oculis in curatione maxime habeat medicus necesse est.

Itaque caeteris remediis omissis, quorum vim in animalium electricitatem diligens maxime perquisitio, et usus in dies patefaciet, me statim confero ad externae electricitatis administrationem, et quo clarius res procedat, eam primo in convulsivis, et rheumaticis musculorum contractionibus, mox in paralysi considerabo.

Sed ante omnia triplex in artificiali electricitate humano corpori adhibita facultas venit meo quidem judicio consideranda; ea scilicet, quae extemporalis quasi dici potest, et continuo in sibi objectas humani corporis partes vim facit, ut dum per scintillam agit, et maxime per electricum veluti fulmen, quando leydensis phiala exoneratur; altera, qua electricitas non continue, sed successive, et tractu temporis actionem edit suam, conjuncta forte et fere, dixerim cum Chemicis, combinata cum fluidis maxime partibus animalis corporis, ut electricitas illa, quam per balneum recentiores appellant Physici; postrema demum, quae electricitatem ex animali eripit, ut dum negativa, quam appellant iidem Physici, electricitas adhibetur.

Has nunc singulas facultates in recensitis morbis breviter consideremus. Ad convulsivas autem quod attinet musculorum contractiones, facile quisque videt eas in nostra hypothesi pendere plerumque vel ab exuberante, ac vitiata in musculis animali electricitate, quae levissimis de causis a musculis ad nervos atque ad cerebrum advocetur, vel ab acribus maxime, ac stimulantibus principiis sive cerebrum, sive nervos percellentibus, vel, ut saepe fit, ab utraque causa.

Si primum, positiva, ut ajunt, electricitas vix, ac ne vix quidquam utilitatis, immo damni plurimum afferre posse videtur quacumque administrata ratione; poterit quidem negativa, ut patet, haud leviter prodesse.

Si vero fuerit alterum, a positiva electricitate aliquid licebit medico utilitatis sibi polliceri, si haec per artificium ad affectos nervos dirigatur; ea enim poterit acria principia a nervis sua vi repellere, atque removere.

Haec propterea convulsionum, earumque causarum discrimina erunt a medico diligenter attendenda, et perquirenda: et quamquam utraque saepe adsit forte causa, sedulo tamen videndum, quae fuerit earum potior; quod etsi difficile, non omnis tamen abjicienda spes est, quin id aliquando tandem

assequi possimus. Nam exuberantis electricitatis aliqua ex. gr., nec forte levia esse poterunt indicia, praesens, vel paulo ante praegressa in atmosphaera electricitatis copia, quae quantum animalis electricitatis vires adaugeat vel nostra comprobant experimenta. Hujusmodi autem copia electrometrorum atmosphaericorum artificio explorari, et dignosci potest, nec non nubium conspectu, anni tempore, coeli tempestatibus, ventorum qualitatibus, lunae phasibus, aliisque traditis a clarissimis Physicis signis, atque a Bertholonio in primis, et Gardinio. Praeter haec electricitatis in nobis copiam indicare etiam poterunt insueta quaedam motuum, ac maxime oculorum alacritas et celeritas, a nulla alia manifesta causa pendens summa cum varietate, et inconstantia conjuncta.

Item suspicionem movere poterunt forte illae ipsae mutationes, quas gignere in nobis artificialis consuevit electricitas; internus nempe insuetus calor, auctae secretiones excretionesque, ut alvi, urinarum, salivae, sudoris, insensibilis perspirationis, pulsuum celeritas, magnitudo, vibratio, usus praeterea alimentorum, in quibus principia idioelectrica continentur, ut aromatum, oleosorum spirituosorumque liquorum, praecipue si harum mutationum causae non aliae forte appareant. Certe praeire haec pleraque solent gravioribus maxime convulsionibus, aliisque nervorum affectionibus, ut epilepsiae, maniae, aliisque similibus.

Contraria autem monere nos de negativa, vel deficiente electricitate haud obscure poterunt. At vero pravae, et coinquinatae electricitatis, si quae fuerint, indicia praebebunt forte aliqua ea ipsa aegrotantium incommoda, ac morborum symptomata, quae significare medicis consueverunt acrium principiorum vim, atque imperium.

Sed haec attigisse sufficiat, ut aliqua ad varium animalis electricitatis statum investigandum, et dignoscendum pateat via.

Ad rheumaticas vero musculorum contractiones quod attinet,

cum illae plerumque ab acri, ac stimulante materie in nervis subsidente originem potissimum ducant, facile est conjicere, in iis singulas fere administrandae positivae electricitatis methodos usui esse posse, eo tamen ordine ac ratione adhibitas, ut primo illa methodus adhibeatur, quae per balneum appellatur ad uberiorem in musculis colligendam electricitatem; tum ea, quae per scintillas; postremo quae per concussionem administratur: ut primo scilicet mechanica, ac repellente electricitatis vi stagnantes humores attenuentur, indeque facilius ab affecta parte, aucto impulsu, removeantur.

Neque minus eadem de causa prodesse quoque poterit electricitas negativa in affecta parte nostra potissimum methodo adhibita, extorsione scilicet scintillae sive a machinae conductore, sive a leydensi phiala, potissimum si suis conductoribus affecta pars instruatur, quorum nempe alii machinam respiciant, alii cum tellure communicent; quae quidem methodus poterit forte utilior reddi, si aut magnae leydenses phialae, aut earum multae uni, eidemque communi conductori conjunctae, aut grandiores electricae machinae adhibeantur, quales nostris temporibus haud difficile construuntur, aut multo magis si ratio inveniatur, qua animalem electricitatem a certis musculis ad certos nervos dirigere, ac impellere liceat. Neminem enim fugit, ex iis, quae protulimus, vehementiorem hac methodo per affectos maxime nervos excursum electricitatis animalis promoveri, aptissimum, ut videtur, prae caeteris adjumentum ad stagnantia, et impacta in nervis principia disjicienda, solvenda, atque ab ipsismet nervis expellenda. Hinc forte musculares motus, qui ab electricitatis e musculo ad nervos excursu, ut diximus, forte proficiscuntur, haud parum boni, atque levaminis in rheumaticis affectionibus afferre consueverunt, atque eo magis, quo affectae partes, licet cum aliquo incommodo, ac dolore, vehementius moveantur.

Quod si nova haec negativae administrandae electricitatis

methodus aut in his morbis fuerit aliqua cum utilitate conjuncta, aut in aliis, quanto majora adjumenta licebit nobis ex atmosphaerica electricitate polliceri, si saevientibus ex. gr. tonitruis, ac fulguribus affectae partes suis conductoribus, ut in artificiali monuimus, caute prudenterque instruantur? An forte haec fuit causa, cur aut contracta a prima aetate, aut paralytica per morbos membra naturalem flexibilitatem, robur, et se movendi facultatem, ut narrat Bertholonius, recuperarint post fulmina non longe ab aegrotantibus jacta?

Ad paralysis vero curationem quod spectat, rem plenam difficultatis, et periculi video; difficile enim dignoscere est, utrum a vitiata nervorum, vel cerebri structura morbus oriatur, an a cohibenti materie vel intimas nervi partes, vel alias, quibus electricitatis absolvi in nobis opinamur circuitum, obsidente. Si primum, parum prodesse, multum forte obesse artificialis electricitas poterit, quacumque ratione administrata; si alterum, utilitatis quidem aliquid aut cohibentem materiam discutiendo, aut animalis electricitatis vires adaugendo, afferre posse videtur. Sed rem omnem usus aliquando, et experientia forte aperiet.

Jam vero nonnulla nec levia, neque inutilia ex nostris periculis consectaria postremo loco attingamus.

Ex his itaque constare videtur, cum artificialem, tum atmosphaericam electricitatem imperium in musculos, ac nervos habere longe majus, quam ante haec tempora cognitum fuerit; tantamque facultatem ab earum maxime viribus in animalem electricitatem proficisci, quanta scilicet visa est in nostris periculis posse eamdem animalem electricitatem ad motum, ejusque e musculis exitum, velocioremque per nervos excursum promovere, vehementesque musculorum contractiones excitare.

His autem cognitis, aditus forte major, quam antea, patere posse videtur vel ad novas inveniendas administrandae

electricitatis, utilioresque prae hactenus compertis methodos, vel ad consensus causas detegendas inter atmosphaericae electricitatis, et nostrae valetudinis vicissitudines, interque subitas illius mutationes, et quosdam morbos.

Monere videntur praeterea hujusmodi pericula, in fulgurum scintillarumque jactu non atmosphaericam tantum electricitatem, sed forte etiam terrestrem coelum versus refluere. An vero ex hoc refluxu fit, ut magnis coortis in coelo tempestatibus in atmosphaerico aere mutationes, vicissitudinesque contingant non modo propter diversi generis principia, quae a variis coeli regionibus, verum etiam propter ea, quae a tellure in aerem secum transferet, si id habeat electricum fluidum sibi proprium, quod Physici bene multi illi concedunt, ut corporum nempe, per quae transit, subtiliorum principiorum alia quidem expellat, dissipetque, sed alia quoque rapiat, sibiquemet adjungat? Verum haec Physici maxime videant.

Talis autem terrestris electricitatis in atmosphacram refluxus ubi contingat, vel magnam, vel non mediocrem certe sibi vindicare poterit partem in celerioribus illis, ac magnis plantarum incrementis, quae clarissimus Gardinius post fulgura, et tonitrua animadvertit, et atmosphacricae potissimum electricitati vaporibus conjunctae adscripsit.

Tandem cum hujusmodi musculorum contractiones, quas sub coeli tempestatibus haberi diximus, novum veluti, atque non dubium atmosphaericac electricitatis, ejusque virium in animalem oeconomiam signum praebeant, eae ad terraemotus non tam causas, quam in eadem oeconomia effectus patefaciendos poterunt forte haud leviter conducere; ut propterea non inutile videatur, haec eadem ipsa, ubi terraemotus saeviant, experiri.

Sed conjecturis sit modus, atque adeo finis. Haec maxime erant, quae doctissimis viris circa vires cum artificialis, tum atmosphaericac et procellosae, tum naturalis electricitatis in motu

musculari, qui animi imperio subsit, comperta communicarem, ut eam afferre aliquando utilitatem possent, quae nobis maxime fuit in votis.

Quae autem pertinent ad earum electricitatum vires in naturalibus motibus, in sanguinis circuitu, et humorum secretione, ea quamprimnm altero commentario, ubi paulo plus otii nacti erimus, in lucem afferemus.

EORUM, QUAE IN TABULIS EXPRIMUNTUR,

BREVISSIMA EXPLICATIO.

TABULA V.

Fig. 1.

C Machinae electricae conductor.

B Cylindrus metallicus in globum desinens, quo scintilla extorquetur.

Fig. 2.

Rana ad experimentum parata;

C, C Crura.

D, D Nervi sacri, qui in crurales nervos abeunt, quos crurales internos placet appellare.

F Filum ferreum per medullam spinalem trajectum.

G Ferreus cylindrus, quo tangitur filum F, dum scintilla e conductore machinae extorquetur.

H Cylindrus vitreus, quo tangitur filum F, dum scintilla elicitur.

KK Nervorum conductor.

Fig. 3.

A Phiala vitrea, intra quam praeparata rana est conclusa.

B Filum ferreum cum unco ranae conjunctum.

C Extremitas suspensi fili ferrei, cui adnectitur filum ferreum B.

FEEEC Filum ferreum, quod conjunctum cum filo ferreo B, efficit nervorum conductorem, eumque longissimum.

F Uncus ferreus, cui adnectitur filum ferreum B.

Fig. 4.

C Nervorum conductor.

D Musculorum conductor.

Fig. 5.

Leydensis Phiala;

A Phialae armatura.

Fig. 6.

A Phiala inversa, intra quam continentur globuli venatorii.

B Similis phiala, intra quam est animal, atque prope basim

sunt globuli venatorii, conductoris musculorum vices gerentes.

Fig. 7.

A A Filum ferreum insulatum, seu nervorum conductor.

B Cylindrus vitreus sustinens filum ferreum A acuminatum, qui metallica conica superficie ab humiditate dilabentis aquae vindicatur.

D Filum ferreum, seu conductor musculorum, cujus extremitas una artus attingit, altera ad putei aquas deducitur.

Fig. 8.

E Rana de more parata in putei horizontali plano locata, vel supra tabulam oleoso pigmento obductam strata.

T Nervorum conductor non insulatus, qui una sui extremitate spinali medullae infigitur, altera ferreo unco muro infixo adnectitur.

TABULA VI.

Fig. 9.

A Folium metallicum ex stamno, tubo vertebrali praeparatae ranae appositum.

C Folium alterum metallicum ex aurichalco appositum cruri. Adest arcus aeneus argenteo folio obductus. Planum, in quo jacet animal, vitreum est.

Fig. 10.

Arcus duo, qui vitreo, vel resinoso cylindro sunt inserti, quorum alter unco spinali medullae infixo, alter denudatis ranae musculis admovetur.

Fig. 11.

Praeparata rana, cujus crus alterum suspensum detinetur, alterum vero cum vertebrali tubo, suo unco instructo, argenteum planum attingit.

Fig. 12.

Arcus duo metallici, quorum unus aereus est, alter ex argento confectus.

Fig. 13.

G, G Metallici conductores, quorum unus superiori, alter inferiori armatae superficiei quadrati magici est appositus.

Ranae nervi ita ad oram quadrati magici inflexi sunt, ut inferiorem superficiem attingant, una cum spinali medulla.

Fig. 14.

K Vitreus tubus, qui diversis fluidis repletur.

Fig. 15.

Crura ab invicem sejuncta.

Fig. 16.

Nedum crura sunt ab invicem sejuncta, sed vertebralis tubus bifariam sectus.

Fig. 17.

Rana supra planum vitreum duobus locis foliis metallicis diversis armatum;

F Folium argenteum.

G Folium aereum.

Fig. 18.

Vasa vitrea duo aqua repleta, in quorum uno sunt immersa ranae crura, in altero nervi. Adest arcus metallicus, qui ad utramque fluidorum libellam defertur.

Fig. 19.

A Conductor metallicus appositus inferiori quadrati magici armatae superficiei, quae super denudatos cruris musculos est posita.

B Alter conductor metallicus, quo superior ejusdem quadrati magici armata superficies attingitur, supra quam armatus cruralis nervus est extensus.

Fig. 20.

Crus pulli;

B Nervus cruralis armatus.

D Femoris dissecti musculi.

Fig. 21.

Rana supra planum vitreum collocata, ejusque spinalis medulla metallico folio E armata. (*a*)

(*a*) *Abbiamo giudicato conveniente di non ommettere questa figura, che ritrovasi nell' antica edizione di Bologna del Commentario sotto il numero* 17., *quantunque non venga citata nel testo, e per questo, forse, sia stata ommessa nell' edizione di Modena. La medesima non abbisogna di ulteriore spiegazione.*

Indicazione dei passi del precedente Commentario citati nel Rapporto, colle pagine corrispondenti di quello e di questo (V. Rapp. pag. 10. in nota).

Pagine del			
Rap.	Com.	lin.	
10	105	22	experimenta autem demonstrant oleosa etc.
17	63	3	penitus sejunctam etc.
25	103	3	*Dal punto* — Nam tribus potissimum etc.,
	104	27	*a tutto il punto* — Ut omnis vero electrici etc.
28	76	15	quoties nempe erumpebant fulgura, toties eodem temporis momento etc.
29	77	17	quarum numerus fragorum quasi numero etc.
30	id.	25	tunc enim saepius scintillae etc.
31	75	13	alterum vero praeparata animalia etc.
32	123	3	si saevientibus ex. gr. tonitruis, ac fulguribus affectae etc.
	79	5	qui hortum quemdam pensilem etc.
35	80	32	in villa optimi, ac nobilissimi Viri Jacobi Zambeccari etc.
37	79	6	uncis quoque aereis in spinali etc.
37 38	83	23	Sed illud praeterea peculiare etc. (*a*)
44	109	24	in publicum nostrum Anatomicum Theatrum primi forte attulimus etc.
45	63	8	Eorum vero alter, qui nobis electricitatem etc.

(*a*) *Questo passo fa senza dubbio vedere, che al Galvani si deve la preziosissima osservazione della maggiore efficacia dell' arco eterogeneo* metallico, *a fronte dell' omogeneo; e ciò si rende vie più manifesto dalle spiegazioni delle figure* 9, 12, *e* 17 (18 *dell' antica edizione di Bologna del Commentario*), *nelle quali ciascuno rileverà che si insiste sulla condizione di sì fatta eterogeneità. Ma v' è un altro luogo del Commentario da cui si appalesa, avere l' acutissimo Autore compresa l' importanza dell' eterogeneità delle parti dell' arco in un senso più lato di questo, avere Egli assai giustamente valutata la somma influenza, o efficacia dell' arco eterogeneo* misto, *formato cioè di sostanze parte metalliche, parte umide!; lo si vegga alle pag.* 113, 114

Pagine del Rap.	Com.	lin.	
74	103	23	*Dal punto* — Jam vero ad scintillae eductionem etc.,
	104	27	*a tutto il punto* — Ut omnis vero electrici ejus penicilli etc.
75 76	111	24	Jactu enim scintillae etc.
78	id.	id.	id. id.
80	112	9	Similis causa, et ratio esse videtur etc.
81	id.	21	Immo tam apte, et perspicue etc.
87	110	6	Ex captis itaque experimentis etc.
90	107	17	*Dal punto* — Communis vero cum torpedinis etc.,
	108	21	*a tutto il punto* — Inventae autem a nobis etc.
91	101	32	atque totum propterea musculum cum leydensium phialarum congerie etc.
100	105	3	At vero licet non levem veri speciem etc.
	109	14	Electricum igitur fluidum cerebri vi praeparari etc.
101	109	24	in publicum nostrum Anatomicum Theatrum primi forte etc.
102	109	27	ut eamdem in nervis latentem, et manibus veluti pertractare etc. (*b*).

della presente edizione, nel paragrafo — Verum expositis phoenomenis etc., *e si ponderi specialmente l' ultimo punto del medesimo* — Quod si metallicum folium *etc. Quella è l' eterogeneità nello stretto senso voltiano primitivo, che si è poi addimostrata la meno importante; questa è l' eterogeneità, che faceva luogo a considerare l' intervento delle azioni chimiche ne' fenomeni galvanici, e che si è mostrata importantissima. Merita poi di venire registrato nella Storia della Scienza, che il breve ma bello e succoso sunto del Commentario del Galvani, scritto dall' illustre Sebastiano Canterzani quale Segretario dell' Accademia, e stampato innanzi a quello, fa particolare menzione dell' attività dell' arco eterogeneo, in questi termini* — Praetereundum non est musculorum contractiones...... adhuc vividiores exstitisse, si (arcus conductor) NON TOTUS EX EADEM CONTINUA MATERIA ESSET CONFECTUS, SED EX PLURIBUS ALIIS JUXTA ALIAS DEINCEPS APPOSITIS — (*V. il predetto sunto intitolato* — De musculorum motu ab electricitate — *alla pag.* 37. *del Tom.* 7.°, *Vol.* 10.° *degli antichi nostri Comm., e questo passo sul fine della pag.* 40 *e principio della* 41). (nota del prof. Gherardi).

(*b*) *Presenta lo stesso senso di questo passo il primo punto del paragrafo* — At vero quamquam etc., *alla pag.* 93. *della presente ediz.*

LETTERA

AL

SIGNOR PROFESSORE

DON BASSANO CARMINATI

— N. B. — A perfetta intelligenza della seguente Lettera del Galvani abbiamo stimato opportuno di premettere la Lettera del Carminati, illustre Professore di Medicina nell' I. R. Università di Pavia, la quale diede a quella occasione (V. Rapporto n. (1)).

AL SIGNOR DOTTORE LUIGI GALVANI.

Ho tardato finora a ringraziarvi del prezioso dono, che col mezzo del nostro comune amico, e mio rispettabile collega P. Don Mariano Fontana mi avete fatto della Dissertazione contenente l' originale bellissima vostra scoperta sull' elettricità naturale e spontanea degli animali, ho tardato, dissi, finora, affine di porgervi colle mie più sincere congratulazioni quelle pure di altri miei celebri colleghi, e specialmente di Spallanzani, di Barletti, di Volta, di Rezia e di Malacarne, i quali sentono meco tutta l' importanza di codesto vostro mirabile ritrovato, e vi ricolmano delle meritate lodi. Ma se io pel divisato motivo non sono stato dei più solleciti a rallegrarmi con Voi, avrò forse il merito almeno di parteciparvi prima d' ogni altro il vantaggioso giudizio, che delle vostre osservazioni e sperienze ne ha dato uno dei migliori giudici, ch' io conosca in siffatte materie, cioè l' ornatissimo nostro cavaliere e mio celebre collega signor Volta, a cui comunicai il primo la vostra dissertazione, sicuro ch' ei non avrebbe tralasciato di ripetere le principali vostre sperienze, di variarle, di farne delle nuove, e di portare più in là, che fosse stato possibile, le ricerche

su di un punto così fecondo di conseguenze importantissime nella storia fisica degli animali. Ora egli mi ha comunicati alcuni risultati delle sue sperienze fatte in questi ultimi otto giorni, dacchè ha cominciato ad occuparsene; ed io mi faccio una vera premura di riferirveli, lusingandomi di fare ad amendue cosa grata, e opportuna a porre in maggior luce una scoperta, che fa tanto onore a tutta l' Italia.

E prima, quanto all' elettricità artificiale applicata alle rane, in varii modi preparate, o tagliate o intiere, ha egli osservato che è mirabile la loro sensibilità o irritabilità in tutti i casi, diversa però secondo le diverse preparazioni: maggiore essendo, che nella rana intiera, nella decapitata, massime conficcato un ago nella spina del dorso, e facendo passare per questa strada l' elettricità alla estremità delle gambe posteriori; molto maggiore poi, tagliata la rana in guisa che restino le sole gambe e coscie attaccate pei due nervi crurali alla spina, portato via tutto il resto; e incomparabilmente più ancora, se questa spina, e parte dei detti nervi si rivestano con sottile foglia metallica. Combinano dunque fin quì le sue colle vostre sperienze, che sonosi pure da me, e da altri trovate accuratissime, e descritte con tutto il candore e colla maggiore eleganza.

Ma il chiarissimo signor Volta ha voluto avanzarsi a determinare, e ridurre a gradi e misura, la forza dell' elettricità richiesta in tutti questi casi ad eccitare ne' muscoli le contrazioni e i moti da voi descritti. Ha trovato dunque, che per la rana viva e intera basta un' elettricità appena scintillante, e che alza il quadrante elettrometro di Henly da otto o dieci gradi; ed anche meno assai basta di carica elettrica della boccia di Leyden, cioè cinque o sei gradi, collocando la rana nel circuito della scarica. Quando è decapitata, con infisso l' ago nel modo suddetto, bastano dell' elettricità di semplice conduttore, se questo è discretamente

grande, tre o quattro gradi dell' istesso elettrometro, e meno di carica della boccia di Leyden. Quando poi la rana è preparata nel modo già indicato, sicchè la spina dorsale tenga alle gambe pei soli nervi crurali diligentemente snudati, un' elettricità così debole, che non muove neppur d'un grado il quadrante elettrometro, e muove di otto o dieci gradi solamente un elettrometro di Cavallo a boccetta (con pendolini di paglia alla maniera dello stesso sig. Volta), basta a produrre le solite convulsioni nella rana; e adoperando la boccia di Leyden bastano uno o due gradi di questo stesso dilicatissimo elettrometro. Ma ciò è nulla ancora, rispetto alla sensibilità dell' animale quando gli siano fasciati, come sopra, e spina e parte de' nervi colla foglietta metallica: allora meno di un decimo di grado, di questo stesso elettrometro, che sia carica una boccia di Leyden piuttosto grande, essa produce l' effetto di convellere tutti i muscoli dell' animale così preparato.

Ma come misurare una elettricità tanto impercettibile, che non muove sensibilmente neppure un cotal elettrometro con listerelle di foglietta d'oro sottilissima alla maniera di Bennet? Il nostro signor Volta ricorre qui al suo Condensatore dell' elettricità, descritto nelle Transazioni Anglicane per l' anno 1782, *e segnatamente a quello di una specie di guanto applicato al cappelletto piano dell' indicato elettrometro a boccetta; il quale nuovo artificio ha egli diffusamente descritto e spiegato nelle sue Lettere sulla Meteorologia elettrica, pubblicate nel Giornale del Dottor Brugnatelli di Pavia intitolato* Biblioteca Fisica d' Europa (Tom. 1. 1788).

Un' elettricità cotanto debole e impercettibile affatto ad ogni altra prova, producendo così manifesti effetti nella rana preparata, la costituisce un elettrometro dieci volte più sensibile almeno del più sensibile a fogliette d' oro, per le cariche di un capace conduttore, e delle bocce di Leyden.

Ridotta a questo minimo l' elettricità artificiale, che può convellere la rana, conchiude il signor Volta, che a questi termini e grado medesimo di forza agisca l' elettricità spontanea, ossia animale, propria dell' animale, quando, preparato nello stesso modo, i suoi muscoli si contraggono ed entrano in convulsione per un semplice applicare un capo dell' arco conduttore ad essi muscoli, e l' altro capo all' armatura metallica dei nervi. Partendo da questa idea, pensò ch'ei potrebbe scuoprire da qual parte stia in questa macchinetta elettrica, ossia boccetta di Leyden animale, l' eccesso, e in quale il difetto di fluido elettrico, malgrado il non potersi mostrare direttamente con nessun elettrometro; e crede d'esserci giunto. Pensò di applicare la boccia di Leyden carica a tale prodigiosa debolezza di otto o dieci centesimi di grado, affatto impercettibili, come si disse, ad ogni elettrometro, di applicarla or dalla parte positiva ai nervi, e dalla negativa ai muscoli, ed ora in senso contrario, sull' idea, che dove l' eccesso di fluido nell' animale preparato fosse dalla parte dei nervi, e il difetto da quella dei musculi, non seguirebbe la concussione di questi applicando ad amendue i termini, cioè nervo e muscolo, l' omologa elettricità (come non segue alcuna scarica cimentando nella stessa maniera due bocce di Leyden), e seguirebbe all' incontro, applicando le elettricità contrarie. L' evento corrispose in molte prove fatte in questi ultimi due giorni sopra tre rane, e massime sopra di una; cioè si ebbero costantemente le solite contrazioni e convulsioni, applicando l' uncino della boccia di Leyden, carica interiormente per eccesso, ai nervi, e il ventre della medesima ai muscoli; e nulla si ebbe, operando inversamente. All' incontro essendo la boccia carica negativamente, accadevano le convulsioni applicando l' uncino ai muscoli, e la pancia ai nervi; e non inversamente. S' intende sempre, quando la carica della boccia era così debole,

che o non eccedeva, o eccedeva di poco i dieci centesimi di grado sopra indicati: giacchè essendo quattro o sei volte maggiore, produceva l' effetto in qualunque modo si applicasse. Da queste sue belle e dilicate sperienze conchiude il signor Volta, che dalla parte dei nervi stia il difetto di fluido elettrico, non già l' eccesso, come voi avete creduto di poter avanzare sopra altre congetture. Il contrario però alla vostra opinione vuol lo stesso nostro ch. signor Volta che non si abbia ancora per cosa decisa, perchè fondato sopra sperienze dell' ultima dilicatezza, fatte da lui in numero, ma non ancora ripetute quanto ei vorrebbe.

Intanto che il suddetto celebre Fisico attende a queste sperienze sulle rane, per essere sommamente sensibili e facili a maneggiarsi, non lasciano altri tra noi di tentarne sopra altri animali anche di sangue caldo; e già si sono verificate le prove da voi medesimo fatte sopra uccelli, e quadrupedi.

È del mio instituto ora il proporvi alcuni tentativi, che possono essere di una molto utile applicazione alla medicina, sopra l' azione dei veleni, e dei medicamenti, massime di quelli che si chiamano farmaci, ed eroici. Di queste prove da farsi ho già presi col signor Volta gli opportuni concerti; e anzi, dopo di averne conferito con lui, ho già fatto un saggio di sperienze dirette a determinare l' azione dell' oppio, della canfora, del muschio, del veleno della vipera, del lauro ceraso, delle mandorle amare ec., riguardo all' esaltare, od ammortire l' elettricità animale, applicando queste materie ora ai nervi, ed ora ai muscoli, ora in sostanza, ed ora a modo d' infusione, tenendovi per qualche tempo immerso l' animale intero, o privo di qualche sua parte ec. Tra non molto io sarò forse in grado di comunicarvi i precipui risultati di queste mie ricerche.

Ci proponiamo ancora di cercare qual sia l'azione elettrica

de' nervi sopra altre parti che i muscoli, cioè sulle membrane, sui vasi; e in qual maniera modifichi la circolazione de' fluidi, le secrezioni ec.: se pure in ciò non siamo già stati da voi prevenuti, come suppone il pregiatissimo amico nostro D. Mariano Fontana, il quale vi stima al pari di me, che non mi lascio vincere da veruno nell' onore di essere colla più distinta considerazione e col maggior rispetto.

Pavia 3. *Aprile* 1792.

LETTERA

AL SIGNOR PROFESSORE

DON BASSANO CARMINATI

Ho finalmente stese in qualunque maniera tra le angustie di tempo, nelle quali vivo giornalmente, le poche considerazioni spettanti agli esperimenti del chiarissimo signor Volta, che nell' ultima mia vi promisi. Vi prego di sottoporle al saggio discernimento di sì illustre Filosofo, a cui le affido, e dal cui giudizio dipenderà principalmente la sorte loro. Esse sono espresse rozzamente, e alla confusa; in quella maniera cioè, che mi ha permesso e la brevità del tempo, e la scarsa abilità mia. Ma ove egli le creda non affatto inutili, voi potete abbellirle coll' eleganza del vostro stile, giacchè le consacro a voi totalmente.

Il dottissimo Autore adunque, secondo che me ne avvisate, ha misurata la quantità di artifiziale elettricità, che in una rana, preparata ed armata nella maniera da me proposta, basta a produrre le contrazioni muscolari, ed ha trovato essere questa la decima parte di un grado di quella, che è necessaria per rendersi sensibile al più squisito elettrometro, e quindi ne trae egli due bellissime conseguenze; l' una cioè, che la rana in simile modo preparata è un elettrometro dieci volte più sensibile e più squisito d' ogni altro finora inventato, e perfino de' suoi squisitissimi; l' altra, che una simile piccolissima quantità di animale elettricità basterà a produrre i moti naturali e

spontanei nel suddetto animale; donde ne viene per legittima deduzione la prodigiosa forza, che aver deve l' elettricità estrinseca sia terrestre, sia atmosferica negli animali, e quindi nell' uomo, e quali perciò e quante alterazioni, non ancora bastantemente conosciute, abbia ad indurre sì negli uni, che nell' altro. In somma egli ha in pochissimo tempo illustrato non poco il punto interessantissimo dell' influsso dell' elettricità terrestre, ed atmosferica nelle nostre azioni, e nelle alterazioni e malattie che frequentemente ci affliggono, ed in oltre animati ha non poco i Medici a continuare l'uso della elettricità artifiziale, facendo loro sperare con ogni ragione non picolo vantaggio.

Egli ha poi fatti altri bellissimi tentativi circa la sede dell' eccesso e del difetto di essa elettricità animale, rapporto ai muscoli ed ai nervi.

Ha egli applicata una boccia di Leyden, carica nella superficie interna, all' animale prima in guisa, che l' uncino corrispondesse ai nervi, e la superficie esterna ai muscoli; poi al contrario, e ciò per applicare elettricità tra di loro, secondo l' opinione mia, omologhe nel primo caso, contrarie nel secondo, avendo io sospettato, che l' esterna parte, o superficie della fibra muscolare sia elettrica negativamente, positivamente l' interna, il di cui nervo è come il conduttore investito di materia coibente per impedire il troppo facile e nocivo dissipamento di essa elettricità.

Avendo egli pertanto osservato, che nel primo caso, quando cioè si applica l' uncino al nervo, si ottengono le contrazioni, e non altrimenti quando il suddetto uncino si applica ai muscoli, egli si fa a sospettare, che l' eccesso di essa animale elettricità sia nell' esterna superficie di esso muscolo, il difetto nell' intima sua sostanza, a cui corrisponde il nervo, altrimenti si avrebbero effetti tra elettricità omologhe, lo che ripugna alle leggi stabilite dai Fisici circa le medesime elettricità.

Un sì giusto raziocinio fondato su leggi fisiche, e dedotto da esperimenti da sì accurato sperimentatore e sì eccellente Filosofo, voi ben vedete, che egli non può, che meritare la mia verace approvazione, e la pronta mutazione dell' opinion mia, non avendo io certamente altro scopo nelle mie ricerche, che la pura e semplice verità, alla quale sola può andar congiunta quella utilità, che bramo recar possano un giorno queste mie, quali che siansi, ricerche e congetture.

Vi pregherò soltanto di sottoporre alla considerazione del dottissimo Filosofo questo mio non so quanto prezzabile dubbio; cioè se le contrazioni, avute nel caso d' applicare l' uncino della boccia al nervo, potessero essere nate o totalmente, od in parte dalla irruzione entro del nervo medesimo, e quindi entro l' interna superficie di esse fibre muscolari, dall' irruzione, diceva, del fluido elettrico della boccia stessa usata nell' esperimento. Imperciocchè quantunque nella mia ipotesi dovessero essere le due elettricità, l' animale cioè, o sia quella dell' interna superficie delle fibre muscolari, alla quale corrisponde il nervo conduttore, e l' artifiziale, quella cioè dell' uncino, quantunque, dissi, dovessero essere tra di loro queste elettricità omologhe, sarà però forse difficile, che siano state in tutto eguali, e di copia, e di valore; ma sembra anzi assai verisimile, che l' artifiziale della boccia, benchè piccolissima, abbia superata la naturale del nervo, quella cioè dell' interna superficie delle fibre muscolari. Quindi per la sostanza deferente del nervo avrà dovuto passare una parte dell' elettricità dell' uncino all' interna superficie delle fibre muscolari, per render questa elettrica ad eguaglianza coll' interna superficie della boccia, e perciò l' effetto, cioè la contrazione, sarà stato un prodotto non tanto dell' elettricità esistente, nel senso mio, entro l' interna parte delle fibre muscolari, quanto e molto più di qnella della boccia, aggiuntavi mediante l' applicazione dell' uncino al nervo.

Ove questo mi si accordi dal cortese signor Volta, non riescirebbe malagevole a spiegarsi la mancanza o la piccolezza delle suddette contrazioni applicando l'uncino ai muscoli, ossia alla superficie esterna del muscolo, o vogliam dire della boccetta animale: poichè in tale stato di cose, l' elettricità artifiziale applicata alla suddetta esterna superficie avrà bensì determinata all' uscita l' elettricità animale contenuta nell' interna superficie di essa boccetta, ma non avrà potuto aggiungervene. Questa elettricità animale supposta, come sembra verisimile, nella sua copia ed energia non poco inferiore all' artifiziale, atteso singolarmente il dissipamento, che di essa nel taglio e nella preparazione dell' animale sembra dover accadere necessariamente e continuamente, non recherà maraviglia se non sia stata sufficiente a produrre l' effetto sensibile, che produsse l' artifiziale, o non l' abbia potuto produrre, che minimo e di gran lunga inferiore.

Di qui nasce, cred' io, che se si accresca l' elettricità artifiziale, e questa si applichi parimente ai muscoli della rana preparata, allora, determinando essa, per la legge della carica e scarica delle superficie, ad escir fuori dal muscolo pel nervo una maggior copia di naturale elettricità, e con maggior impeto, questa è allora bastevole ad eccitare le contrazioni, ossiano i moti muscolari, siccome ho io sperimentato più volte; avendo costantemente osservato, che una copia presso che minima d' elettricità artifiziale, presa da qualunque macchina, basta ad indurre le contrazioni, allorchè si applica al nervo; non basta, allorchè si applica al muscolo.

Sembrerebbe dunque, che non ostante i bellissimi sperimenti tentati dal chiarissimo signor Volta regger potesse l' ipotesi di eccesso nell' interna parte e superficie della fibra muscolare, di difetto nell' esterna.

Ma quand' anche questo mi volesse cortesemente accordare il celebratissimo signor Volta, non rimarrebbero perciò i suoi

esperimenti senza un gran pregio, e una grande utilità; mentre i medesimi potrebbero condurre, supposta la suddetta congettura della boccetta animale, al rischiarimento di un punto di Fisiologia interessantissimo, qual si è la cagione fisica de' moti volontari, e di uno de' più difficili fenomeni ad intendersi in qualunque sistema finora inventato circa il moto muscolare. In fatti gli esperimenti di lui chiaro dimostrerebbono, potersi avere i moti muscolari, diretto il fluido elettrico non solo dal muscolo al nervo, siccome io supponeva, ma eziandio dal nervo al muscolo, o sia dal cervello al muscolo, e potersi avere non solo per mezzo della scarica, ma ancora per una sopraccarica forzata ed impetuosa della supposta boccia muscolare: lo che ammesso, chi non vede quanto riesca felice la spiegazione de' moti muscolari volontari?

L' anima per eccitar questi non deve, che, dal cervello ov' ella risiede, colla maravigliosa sua ed incomprensibil forza ed impero determinare una maggior copia di fluido elettrico animale, nel cervello raccolto, pel nervo conduttore al muscolo, oppure dar forse un impulso maggiore a quello, che naturalmente in esso nervo esiste; si avranno allora le contrazioni non altrimenti, che si ebbero dal celebratissimo signor Volta, allorchè egli aggiunse all' elettricità animale del nervo un pochino di artifiziale elettricità, e crebbe in conseguenza l' impulso, e l' azione di quella, che nell' interna superficie della fibra muscolare si stava in una specie d' inerzia, e di ozioso equilibrio. Ma allorchè si aggiunge elettricità ad una superficie di una boccia di Leyden, ne esce dall' opposta, per la legge dell' uguaglianza e dell' equilibrio delle due superficie, e tanta ne esce da una, quanto se ne aggiunge all' altra; dunque avvenendo lo stesso nella supposta boccia muscolare, quanto di fluido nerveo-elettrico accorrerà dal cervello pel nervo all' interna parte o sia superficie del muscolo, tanto ne escirà dall' opposta superficie, o sia parte esterna del

medesimo, che è già sempre irrigata da fluidi conduttori atti a disperderla e a portarla fuori del corpo, e quindi luogo darassi sempre ad una nuova copia e carica; tanto più che essendo il nervo, nel mio supposto, un conduttore della boccia animale investito di materia coibente, non darassi mai luogo naturalmente alle scariche spontanee, che talvolta per unione di atmosfere nell' artifizial boccia succedono.

Ammesso un tale costante ingresso, ed egresso del detto fluido nerveo dal muscolo per leggi note e costanti, chi non vede tosto essere facile lo spiegare, come costantemente corra il suddetto fluido al muscolo, senza che se ne accumuli in questo all' eccesso, ovvero in modo che s' impedisca l' aggiunta di nuova copia di esso, o naturalmente fluente dal cervello al medesimo muscolo, o dall' animo determinatavi; fenomeno, che certo in niuno de' sistemi finora inventati facilmente intendesi.

Gli sperimenti di sì illustre Professore, e la facile spiegazione di sì difficili fenomeni m' inducono per certo a cangiar ben volontieri l' opinion mia circa l' azione dell' anima ne' nervi, e la direzione del fluido elettrico animale ne' moti volontari; tanto più, che alcuni sperimenti da me poc' anzi tentati sembrano confermare questa stessa direzione dal nervo all' interna superficie del muscolo, e pare la dimostrino non meno atta, che l' opposta ad eccitare i moti muscolari.

Ho io presentati, siccome riferisco nel mio opuscolo, i piedi della rana preparata all' esterna superficie di una boccia di Leyden carica internamente, ed ho osservato, che all' estrazione della scintilla nascevano le contrazioni. Ho indi pure, in un luogo buio, all' esterna superficie della medesima boccia rivolta parimente la superficie esterna di un' altra piccola boccia similmente carica, da cui fuori balzava il conduttore con punta, ripiegato in senso contrario alla suddetta superficie; ed ho veduto, che all' estrar la scintilla dalla prima il fiocco luminoso del conduttore di questa estinguevasi in vece

di ravvivarsi, come succede allorchè il suddetto conduttore è rivolto alla superficie esterna dell' indicata boccia.

Tale scomparsa del luminoso fiocco dimostra, che, nell' atto dell' estrazione della scintilla da codesta boccia, l' elettricità dell' altra è forzata ad un moto retrogrado, e a dirigersi non più dal cavo al conduttore, come faceva allor quando ricompariva all' estrar della scintilla lo scomparso fiocco, ma bensì con direzione opposta, dal conduttore cioè al cavo della stessa boccia. Tale opposta direzione prendeva ella più facilmente e più prontamente, se si fosse avvicinato alla punta del suddetto conduttore un qualche corpo deferente che comunicasse col suolo; mentre allora l' elettricità della terra, determinata essa pure, per la stessa legge dell' equilibrio delle superficie, all' interna superficie della medesima boccia, entrava pel suddetto conduttore per portarsi alla stessa superficie. Lo stesso sembra dover pure avvenire all' elettricità della boccia animale; quindi si hanno le contrazioni allorchè rivolgesi l' esterna sua superficie, o sieno i piedi, all' esterna superficie della boccia, da cui si estrae la scintilla, e si hanno maggiori e più forti, se al suo conduttore, o sia al nervo, si avvicini, nell' atto d' estrar la scintilla, un corpo similmente comunicante col terreno.

Lo stesso sembra dover avvenire se l' aria contigua al suddetto conduttore contenga molta elettricità, oppure se gli si avvicini qualunque corpo, che somministrar gliene possa. Quindi forse si ottengono talora le suddette contrazioni se si avvicini ai piedi dell' animale un cilindro di zolfo fregato, e si hanno eziandio (e talvolta maggiori) se si applichi contemporaneamente alla spinal midolla nuda un cilindro di vetro parimente eccitato, quantunque non si abbiano colla sola applicazione di esso cilindro di vetro benchè fregato; perciocchè per mezzo dell' elettricità negativa dello zolfo si sforza l' elettricità fluente della spinal midolla a ritornare alla superficie

interna del muscolo da cui partiva, e si determina l' elettricità sia dell' aria, sia del vetro ad introdursi essa pure nella spinal midolla, e quindi a vie più forzare il moto retrogrado di essa animale elettricità.

Donde ne nasce, che, essendo rispinta la medesima da due forze verso la detta interna superficie, l' effetto è maggiore, e di là sorgono quelle contrazioni, che dicemmo essere maggiori; le quali poi mancano all' apposizione del solo vetro eccitato alla spinal midolla, forse perchè, trattandosi di omologhe elettricità, non può entrare nella spinal midolla, che quella piccola porzione di elettricità vitrea che supera l' elettricità animale, e ciò pur difficilmente, restando essa per natura molto aderente al vetro. Quindi è, che per rendere vie più sensibili le suddette contrazioni, nel caso di adoperare e zolfo, e vetro eccitati nell' esposta maniera, giova molto, prima di tentare l' esperimento, l' armare di foglia di stagno e la spinal midolla ed i muscoli, e applicar loro un qualche metallico conduttore; anzi tanta è la forza di queste armature, che allora si ottengono le contrazioni applicando al conduttore suddetto de' muscoli il solo zolfo fregato, e ciò verisimilmente perchè si ha più facilmente la scarica della superficie esterna dei muscoli, e perciò un più pronto regresso dell' elettricità animale all' interna superficie del muscolo pel nervo, ed una più facile introduzione in esso di quella qualunque elettricità, che nell' aria contigua ritrovavasi.

Dal fin quì esposto chiaro si comprende, se mal non m' appongo, che le contrazioni muscolari possano essere prodotte dall' elettricità naturale nell' animal vivente per tre cagioni: cioè, per una sopraccarica violenta della boccetta muscolare, indotta dalle forze dell' animo (e questo sembra accadere nei moti volontari); per una sopraccarica forzata, come allorchè si determina da qualche agente, o irritamento estrinseco a discendere forzatamente e violentemente la suddetta elettricità

dal cervello ai muscoli (chiamo quest' azione sopraccarica, supponendo che una qualche carica, come sembra verisimile, vi abbia nel muscolo costantemente e naturalmente); e finalmente per una scarica parimente violenta e forzata, come avverrà allor quando qualche agente esterno applicato al nervo o al cervello determini l' elettricità dell' interna superficie del muscolo ad ascendere pel nervo, e a riportarsi all' esterna superficie di esso muscolo.

Poste queste tre cagioni, sembrami di vedere aperto un largo campo per la felice spiegazione non tanto de' moti volontari, quanto de' preternaturali e violenti, e di varie malattie nervose e loro cagioni, come pure de' loro rapporti all' elettricità terrestre, ed atmosferica, siccome io mi studierò di dimostrare in altro mio opuscolo, che pubblicherò quanto prima, ove le pressanti occupazioni non mel vietino.

Prima però di adottare la spiegazione, e l' opinione della sopraccarica, principalmente ne' moti volontari, io desidero, che il chiarissimo Professore e voi giudichiate, se mai potesse renderla sottoposta a qualche dubbietà l' esser essa fondata su principii meno certi di quelli, a cui è appoggiata la teoria della scarica, e l' abbisognare essa di più supposizioni che l' altra: mentre io ravviso la suddetta opinione fondata su l'azione di una elettricità estrinseca ed artifiziale, laddove questa è appoggiata sull' azione di una elettricità puramente intrinseca e naturale: convien supporre in quella, che l' elettricità artifiziale agisca sul nervo nella stessa maniera che la naturale, e ne sia totalmente la stessa (lo che, benchè paia verisimile, non è però dimostrato, anzi resta luogo a sospettare, che l' elettricità artifiziale agisca a maniera di stimolo, e determini la naturale alla scarica, e sembra altresì, che qualche differenza di natura vi abbia ad essere tra di loro, per qualche mutazione, o vogliam dire preparazione e modificazione, che la suddetta comune elettricità riceva dalla macchina

animale); quando, nell' ipotesi della scarica, non avvi bisogno veruno di tali supposizioni, ma solo basta il suppore, che come l' elettricità naturale agisce negli animali morti e preparati con arte, così agisca ne' viventi; supposizione la quale, benchè sia certamente ardita, è però, come ognun vede, comune ad ambedue le ipotesi.

Il fenomeno poi del perenne influsso del fluido nerveo-elettrico dal cervello al muscolo pel nervo, senza che nè il muscolo nè il nervo ne resti mai pieno all' eccesso, e senza che mai l' adito si neghi ad una nuova quantità dello stesso fluido sopravveniente, è facile l' intendere che in istato di quiete del muscolo si spiega egli con eguale felicità sì nell' una, che nell' altra ipotesi; poichè la felicità di tale spiegazione nasce dalla supposta struttura della fibra muscolare a modo di boccetta di Leyden, la quale è parimente comune all' una, e all' altra congettura. In istato poi di moto del medesimo muscolo, ove esso succedesse nella scarica della fibra muscolare, non si impedirebbe per certo un nuovo afflusso del suddetto fluido nerveo al muscolo, anzi renderebbesi vie più agevole e copioso, trovandosi, in tale ipotesi, dopo il moto scaricata o tutta, o in parte la supposta boccetta muscolare.

Queste riflessioni, qualunque sia il loro valore, mi rendono tutt' ora indeciso, a quale delle due ipotesi dar debba la preferenza, finchè il giudizio del celebre Autore, e di voi, e degli altri illustri vostri colleghi non mi abbia determinato più all' una che all'altra, al quale sagacissimo giudizio io sottopongo e queste, e tutte le altre riflessioni finora comunicatevi, e da esso dipenderà sempre qualunque mia opinione e congettura.

Questa mattina nel nostro Spedale di S. Orsola (in cui è Professore di Chirurgia il dottissimo e chiarissimo mio collega il signor Dott. Gaspare Gentili, eccellente maestro nella medesima) ho tentati coi miei soliti artifizi una gamba ed un braccio

amputati, immediatamente dopo l' operazione (alla presenza di sì dotto Professore e di altri Letterati e Medici), e si sono veduti contrarsi i muscoli flessori del pollice e delle vicine dita sì della mano che del piede, e moversi in conseguenza le suddette dita. L' artifizio è stato di collocare buona parte della gamba e del piede (denudati de' loro integumenti) immediatamente in acqua calda; poi di armare i corrispondenti nervi degli accennati muscoli di foglia di stagno, presso l' ingresso loro ne' medesimi; indi d' applicarvi un piccol capo metallico deferente, e singolarmente di argento, e applicarvelo in guisa, che con una parte toccasse il lembo della foglietta di stagno, coll' altra la porzione di nervo scoperta od alcuna parte contigua, acciò si avesse, siccome io suppongo, un arco composto parte de' suddetti metalli, parte dell' umidità estrinseca, il quale riportasse all' esterna superficie degl' indicati muscoli la naturale elettricità dell' interna, ascesa al luogo del contatto del nervo e da esso uscita per la forza del medesimo contatto.

Si sono poi vestiti i medesimi nervi o di cera, o di altro corpo coibente, oppure i medesimi corpi si sono sovrapposti alla primiera armatura, e niuna contrazione allora si è più ottenuta. Sembra dunque provata l' esistenza dell' animale elettricità e la legge proposta, nell' uomo eziandio. Ma io non voglio più a lungo trattenervi. Vi sarò stato forse troppo molesto col soverchio numero delle cose espostevi, e colla prolissità dello scrivere; ma donate tutto al piacere che ho di conferire con voi, e al desiderio di ricevere que' lumi, che dalla vostra gentilezza e dottrina non posso non promettermi grandissimi. Sono colla più verace stima, ec.

Bologna 8. Maggio 1792.

DELL' USO E DELL' ATTIVITÀ

DELL' ARCO CONDUTTORE

NELLE CONTRAZIONI

DEI MUSCOLI

DELL' USO E DELL' ATTIVITÀ

DELL' ARCO CONDUTTORE

NELLE CONTRAZIONI DEI MUSCOLI

PROEMIO

La presenza e l' azione dell' arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli è più estesa di quello che si creda non solo comunemente, ma da quegli stessi, che in questi ultimi tempi hanno travagliato su questo genere di esperimenti. La natura è sì costante nell' amare di servirsi di questo mezzo per manifestare la sua forza nelle contrazioni muscolari, che io posso accertare, che dopo lunghissimi travagli ed innumerevoli esperimenti e tentativi niuno non ne ho ritrovato, nel quale non si ravvisi manifestamente l' azione dell' arco.

Egli è bensì vero, che se non siasi cautissimo nello sperimentare, e non abbiasi lunga pratica in questo genere di esperimenti, è assai facile che sfugga l' arco dalla considerazione e dallo sguardo, e che si credano nascere le eccitate contrazioni da tutt' altra cagione, fuorchè dall' arco; ma attentamente osservando e disaminando l' artifizio con cui sonosi

risvegliate, e variando l'esperimento, si riscontrerà non difficilmente in esso l'arco, quantunque a prima vista non apparisse.

A intendimento di fuggire questo errore, ho intrapreso a scrivere la presente memoria, acciò non si fondino teorie su principii non veri, e quindi o si ritardino que' progressi nella fisiologia, che sembrano prometterci queste nuove tracce di esperimenti, o si cammini per istrade, che ne allontanino dalla ricercata verità.

Io tratterò adunque in primo luogo delle varie specie di arco che si possono formare, indi della varia loro attività, e mostrerò in terzo luogo come alcune contrazioni, che non si credono nate dall' arco conduttore, pure da esso derivino.

Stabilita per tal modo la necessità ed attività dell' arco conduttore, mi farò a dedurre le conseguenze che giustamente trar si possono, e passerò in fine ad esaminare imparzialmente se queste ne conducano realmente a riconoscere per autrice delle eccitate contrazioni una vera elettricità, o no; ed ove ce la dimostrino per tale, se abbia a credersi questa elettricità estrinseca all' animale e comune, o pure intrinseca e tutta sua propria; e se mi avvenga di ravvisarla spettante all' animale, passerò poi dall' attività e necessità dell' arco artificiale alla ricerca dell' arco naturale, ed azzarderò su di esso alcuna congettura. In ciò fare non mi abbandonerò alla sola forza del raziocinio e alle sole congetture, ma mi servirò altresì della fida scorta degli esperimenti.

CAPO I.

Delle varie specie di Arco.

Per procedere con sicurezza e con ordine, esaminiamo e prendiamo la cosa dai suoi principii, e stabiliamo in primo luogo ciò che si voglia intendere per arco conduttore. Arco conduttore adunque non è altro, che un corpo atto a ricevere l'elettricità, ed a trasferirla da un luogo ad un altro: quindi un corpo acciò sia arco conduttore fa d' uopo, che con una sua estremità, o, vogliam dire, con un suo termine sia applicato ad un luogo, coll' altro ad un altro, o si prendano questi due luoghi in uno stesso corpo, o in due corpi differenti; perciò se venisse applicato con un suo sol termine, o se fosse possibile applicarlo ad un luogo solo con amendue i suoi termini, non si potrebbe mai dire con verità che formasse arco conduttore. Premessa e stabilita questa idea semplicissima dell'arco, vengo ora a parlare delle varie specie del medesimo.

Io considero in primo luogo un arco metallico, per esempio un filo, od una lamina metallica applicata all' animale, preparato alla maniera del Signor Galvani (*a*), con un termine

(*a*) Nella lettura di questo Opuscolo giova aver presente, che il Galvani, vero ed unico autore di esso, avendo voluto pubblicarlo anonimo, tutte le volte che nel medesimo gli occorse di nominare se stesso dovette necessariamente far conto di parlare d' un' altra persona (V. Rapporto, §. 17, 18, 19 pag. 47 a 50, e not. (6) da pag. 94 a 98).

suo ai nervi o alla parte anteriore della spina del dorso, coll' altro ad uno dei muscoli delle gambe; niuno per certo potrà dubitare, che questo filo o questa lamina non formi in questo caso un vero e reale arco.

Ora quest' arco, che io chiamo arco patente e manifesto, l' esperienza ha mostrato esser egli tuttavia efficace a produrre le contrazioni variandolo ancora, tanto relativamente alla materia e ai pezzi che lo compongono, quanto relativamente all' estensione che gli si darà, e quindi potersi dividere principalmente nelle classi seguenti: cioè primo, in arco semplice ed omogeneo, in arco composto ed eterogeneo; secondo, in arco formato d' un pezzo solo, ed in arco diviso e formato di più pezzi; terzo, in arco, che formato di più pezzi, o della stessa natura o di natura differente, passa sul momento dall' essere interrotto ad esser continuato, oppure dall' essere continuato ad essere interrotto; quarto, finalmente in arco piccolo o in grande, secondo tutte le dimensioni.

L' arco semplice ed omogeneo è quello, che è formato di una sola sostanza conduttrice, come di un solo e semplice metallo; di solo oro per esempio, di solo argento, di solo rame, ferro, stagno, mercurio ec.

L' arco composto ed eterogeneo poi è quello, che è composto di più sostanze tra loro differenti, come di metallo e di acqua, di metallo e di carbone; oppure di vari metalli, come d' oro e d' argento, di argento e di stagno, di ferro e di rame; e in tal guisa si possono formare varie specie di archi, giusta le varie e moltiplici combinazioni così de' metalli, come di altri corpi conduttori.

Sì l' arco semplice ed omogeneo, come il composto ed eterogeneo possono essere composti d' un pezzo solo o di più pezzi: così fa arco un solo filo, per esempio d' argento, intero, come il medesimo filo diviso in due pezzi, l' uno applicato con una sua estremità a contatto dell' altro: così due fili di

differente metallo, l' uno per esempio d' argento, e l' altro di ferro, tanto fanno arco se sono uniti insieme e saldati in modo che formino un solo e continuato pezzo, quanto se sono divisi, purchè si tocchino insieme con una delle loro estremità; nel primo caso l' arco sarà eterogeneo, ed insieme intero ed unito; sarà nel secondo eterogeneo, ed in più pezzi diviso. In oltre è chiaro, che la terza specie d' arco deve essere del genere degli archi di più pezzi, i quali nell' atto, che o si mettono a contatto tra loro, o si disuniscono eccitano le contrazioni.

Circa la quarta classe finalmente uopo non è di spiegazione, mentre per se è troppo chiara e manifesta.

CAPO II.

Della varia attività degli archi in generale.

Per meglio conoscere e determinare questi varii gradi di attività, egli è di mestieri stabilir prima i varii gradi della forza naturale muscolare dell' animale preparato, allorchè vi si applica l' arco, per non confondere l' attività di questo col naturale valore di quella. A tale effetto quantunque sia difficile il determinare questi varii gradi della natural forza dell' animale, io nondimeno ne proporrò tre i più naturali e i più costanti, poichè lo stabilirne di più, siccome ha fatto un dotto Autore, riesce troppo scabroso e difficile. Io considero adunque nella suddetta forza animale tre stati; il primo, nel quale ella è massima, il secondo, nel quale è mezzana, il terzo, nel quale è minima: ed acciò questi gradi di forza sieno costanti e coerenti al fatto più che sia possibile, io li stabilisco di questa maniera. Per grado primo ossia massimo io

riconosco quello, in cui basta per eccitare la contrazione dei muscoli l' uso dell' arco omogeneo e di un pezzo solo. Per secondo ossia medio grado, qnello in cui non basta l' omogeneo, ma uopo è usare l' arco eterogeneo e di più pezzi, i quali al bisogno si possano stringere a più perfetto contatto. Per terzo grado finalmente ossia minimo, quello in cui neppure l' azione di quest' arco è costantemente sufficiente a fare insorgere le contrazioni, ma talvolta lo è, tal altra no; e v'è non poche volte bisogno per ottenerle, che l' animale si lasci in quiete per qualche spazio di tempo, come d' un mezzo minnto o d'un intero, ed anche più.

Per questa stessa incostanza ognuno vede, che non conviene fare gli esperimenti, massime di paragone, in questo terzo grado o sia minimo di detta forza, mentre il risorgere, per esempio, in esso le contrazioni per mezzo di un nuovo genere d' arco, potrebbe essere non effetto di questo, ma bensì del naturale rinvigorimento di essa forza; e quindi le conseguenze di maggiore attività del suddetto arco potrebbero essere totalmente erronee. Chi dunque si accinge a questo genere di esperimenti, li faccia costantemente nella sola forza massima, o nella mediocre, se brama di non andare errato.

Ma non vi ha tempo preciso per la durata di questi tre stati diversi di forza, anzi neppure si trovano sempre tutti e tre in ogni animale: tutto dipende dalla naturale robnstezza ed energia dell' animale prima della preparazione; l' uno passa, per esempio, presto dal medio grado al minimo di detta forza, l'altro dal massimo al minimo; nell' uno non v' ha il massimo, in alcuno neppure il medio, ma v'ha solo il minimo: quindi si comprende la necessità di replicare più e più volte gli stessi esperimenti, ed in molti e varii animali, e di diversa robustezza per accertarsi dei risultati. Si userà in un animale un dato artifizio, e riescirà in esso il più delle volte efficace; si userà lo stesso in altro animale, e sarà inutile: segno che

l'effetto non dipendeva tanto dall'artifizio, quanto dal vario stato di forza dell' animale; chi l' attribuisse per tanto a quel solo artifizio, e generalizzasse la conseguenza, si allontanerebbe dal vero. Ecco la fonte del vario esito degli esperimenti, delle discordie e delle varie opinioni degli esperimentatori. Tale inciampo, tale difficoltà si allontanerà non difficilmente, ritentando lo stesso esperimento in molti animali, e studiandosi secondo le tracce già date di reiterarlo nel grado di forza il più uniforme e durevole, quale suol essere il medio, o almeno sempre nello stesso grado; e avvertendo ancora di scegliere per gli esperimenti piuttosto le stagioni temperate, che non il rigor del verno, o gli ardori dell' estate, perchè nel primo tempo la forza muscolare suol esser menoma, nell' altro suol essere di brevissima durata. Vengo ora a trattare della varia attività degli archi proposti.

La maggiore o minore attività loro dipende; primo, dalla varia materia della quale sono composti, e dalla varietà di alcune qualità accidentali della medesima materia; secondo, dalla varia loro costruzione; terzo, dalla maniera di applicarli; quarto, dalla moltiplicità in fine, e dalle mutazioni dei contatti sì dell' arco colle parti dell' animale, come de' varii pezzi che compongono l' arco medesimo.

CAPO III.

Dell' attività dell' arco omogeneo e di un pezzo solo.

L' arco omogeneo e formato di un pezzo solo è il meno efficace d' ogni altro, e non eccita le contrazioni se non se in quegli animali, ne' quali la forza muscolare è massima; ma l' attività sua varia poi anche di molto, secondo le

esposte differenze. E in primo luogo, secondo la varietà delle materie che lo compongono. E qui, acciò l' arco sia rigorosamente il più omogeneo che sia possibile, si avverta, che lo voglio di un solo semplice metallo il più che si può uniforme in tutta la sua sostanza, e lo voglio applicato alle nude e semplici parti dell' animale preparato; con un estremo, cioè, al muscolo non altrimenti armato, nè tuffato in alcun fluido, ma semplice e naturale, coll' altro al nervo, posto anch' egli pure nello stesso semplicissimo e naturale stato.

Poste queste avvertenze, trovo che, tra gli archi formati di un solo metallo, il più attivo è quello di argento oppur d' oro, indi quello di ferro, poi quello di rame, in appresso quello di stagno, in fine quello di piombo. Non è dunque ristretta la forza di eccitare le contrazioni al solo oro ed argento, come propone il signor Thouvenel: nè l' eccitarsi le contrazioni con un metallo omogeneo è cosa da riguardarsi come accidentale e straordinaria, siccome crede il signor Volta, ma ove la forza dell' animale sia massima, ed ove si usino le cautele, che or' ora accenneremo, è cosa ordinaria e costante. Ma questa stessa attività, che varia secondo la diversa natura de' metalli, varia non poco ancora nello stesso metallo secondo alcune sue accidentali qualità: così un arco formato, per esempio, di un filo di argento o di ferro riuscirà meno attivo, se il detto filo sarà rozzo e scabro per lavoro, o decomposto e corroso nella sua superficie per l' azione dell' aria; e così per contrario sarà più attivo, se pulito levigato e risplendente.

Quindi è d' uopo, nel rifare questi esperimenti con un arco omogeneo, di avvertir bene che i metalli abbiano codeste ultime accennate qualità; altrimenti potrebbero facilmente mancare le contrazioni, come mancano di fatti non poche volte, e potrebbe taluno, a cui non ben succedesse l' esperimento, negare il fenomeno, e così ingannarsi non poco;

perciò un arco d' acciaio liscio e splendente è da anteporsi ad un altro di semplice ferro.

Ma posto lo stesso metallo, e poste le stesse accidentali qualità del medesimo, è diversa ancora l' efficacia dell' arco secondo che egli è diversamente costrutto. Se gli estremi suoi saranno formati a punta, l' effetto sarà minore di quello che se sieno rivoltati a modo di piccol arco. Così pure sarà minore l' effetto se si adoperi piuttosto un filo di metallo, che una lamina formata dello stesso. Questa minore attività nel primo caso, maggiore nel secondo dipende dal minor numero dei contatti dell' arco coll' animale in quello, dal maggiore in questo; e da ciò facilmente si rileva come nell' arco omogeneo abbia luogo il quarto fonte delle varie attività.

Varia in fine la forza del medesimo arco, giusta la varia maniera di applicarlo. Acciò le contrazioni si abbiano fa di mestieri, che applicato l' arco con nn suo estremo segnatamente al muscolo, si applichi l' altro al nervo, e ciò si faccia con tal diligenza e destrezza, che non con impeto e tutto ad un tratto, ma lentamente e leggermente si venga al contatto del nervo; senza una tale cautela riesciranno le contrazioni piccole e languide, o mancheranno totalmente. Questa stessa cautela per sicurezza dell' effetto, adoperando qualunque arco, conviene usarla ancora quando si applichi l' arco all' armatura, o ai metalli, e molto più all' acqua, che comunichi colle nude parti dell' animale.

CAPO IV.

Dell' attività dell' arco omogeneo composto di più pezzi.

L' attività di questo dipende singolarmente dalla moltiplicità, e mutazione dei contatti. Se si usino due fili dello stesso metallo che sia felice conduttore, come di argento, e questi con uno dei loro estremi si facciano toccar l' animale, coll' altro si pongano a contatto tra di loro, se l' animale preparato sarà vigoroso, si avranno alcune contrazioni, ma piuttosto piccole e languide.

Se in vece di servirsi di due fili o piccoli cilindri si prendano due lamine parimente di argento, le contrazioni saranno maggiori, e in questo secondo caso ciascun vede essere il numero dei contatti dei pezzi maggiore, tanto coll' animale, quanto tra di loro. Si faccia lo stesso esperimento con due pezzi simili di metallo cattivo conduttore, come stagno, mancheranno per lo più le contrazioni. Se i detti pezzi di questo metallo si riducano in sottile foglia, e un' estremità di una di queste si applichi al nervo, e un' estremità dell' altra al muscolo dell' animale preparato, e quindi si applichino colle due estremità libere l' una sovra l' altra, ove le foglie abbiano una certa larghezza ed estensione, e la rana sia vegeta, le contrazioni, nell'atto del contatto, compariranno; che se per avventura mancassero, allora comprimendo le foglie e adattandole meglio l' una sovra dell' altra con qualunque corpo coibente o conduttore, facilmente compariranno; e se si tratti di un animale a sangue caldo, saranno esse molto maggiori, fatta singolarmente l' applicazione nel modo che si dirà in avvenire.

Niuno, io credo, riflettendo alla natura di questi esperimenti, non ravviserà questi accrescimenti di attività dei metalli

medesimi, mutata la forma degli archi, dipendere dagli accresciuti e più perfetti contatti sì de' suddetti metalli coll' animale, come e molto più degli stessi metalli tra di loro.

Quando le suddette foglie di stagno sono già state applicate l' una sovra dell' altra, tutto è in quiete, niuna contrazione più si eccita, già si sono formati i richiesti contatti; pure se io smuovo alcun poco, o comprimo nuovamente le due laminette o foglie metalliche, ecco nuovamente le contrazioni, massimamente quando colle dette foglie si formi arco da parte a parte di nervo (arco che io chiamo occulto, e di cui tratterò altrove) tanto nella rana, ove le forze sieno quanto mai vegete, quanto in un animale a sangue caldo; ma in questo, in una maniera singolare e, direi quasi, strepitosa.

Quando io smuovo alcun poco le foglie non faccio altro, che mutare i contatti delle minime parti delle medesime; di modo che se la particella A di una toccava, prima di smuoverle, la particella B dell'altra, in grazia di questo smuovimento, ella anderà a contatto, in vece della particella B, colla particella C. Quello che succede nella particella A relativamente alla particella B, avverrà parimente nelle altre particelle rapporto alle loro corrispondenti, il che è lo stesso che dire, che si muteranno gli antichi contatti di queste due foglie metalliche, e se ne formeranno altri nuovi. Dunque l' energia di questo arco è dovuta non poco a questa mutazione dei contatti dei pezzi metallici, che lo compongono.

Nel secondo caso poi, quando cioè, in vece di smuovere le listarelle e farle scorrere l' una sovra l'altra, comprimo anzi l' una contro l'altra, e ad ogni compressione si eccitano le contrazioni (come si eccitarono al primo toccarsi che fecero insieme), allora egli è chiaro, che colla compressione adatto meglio l' una listarella metallica all' altra, il che è lo stesso che dire, che io in allora fo sì, che si tocchino le suddette listarelle in numero maggiore di punti, e si tocchino più intimamente

in quei punti stessi, nei quali prima della compressione si toccavano leggermente. Dunque qui pure si fanno e nuovi contatti, che prima non si avevano, e quegli stessi che prima si avevano si fanno più intimi e più perfetti. Duuque anche in questo caso l' attività dell' arco ha un grandissimo rapporto colla varietà e mutazione de' contatti. Da quanto si è fin qui esposto ne viene per legittima conseguenza, che, tenendosi lo stesso arco applicato all' animale e inducendo in quello le mentovate mutazioni di contatti, si può dire, che ciascuna di queste mutazioni faccia quasi un nuovo e miglior arco, per cui si eccitano, ove l' animale sia vigoroso, nuove contrazioni.

Ma passiamo ora a considerare l' arco eterogeneo, in cui questi rapporti dell' attività sua colla varietà e mutazione dei contatti tanto nell' animale a sangue caldo, quanto in quello a sangue freddo campeggiano singolarmente, e ne offrono fenomeni particolari.

CAPO V.

Dell' attività dell' arco eterogeneo sì di un pezzo solo, che di più pezzi.

L' arco eterogeneo, ma ridotto ad un sol pezzo, varia non molto di energia dal semplice ed omogeneo, di cui abbiamo finora trattato. L' eterogeneo poi, composto di varii pezzi divisi, egli è a circostanze eguali il più attivo d' ogni altro: tuttavolta si scorge non piccola differenza in questa sua maravigliosa attività, secondo le varie materie delle quali è composto. Il più attivo d' ogni altro io trovo quello di foglia di stagno e di foglia di ottone; o pur quello di foglia di stagno e di lamina o moneta d' argento. Nel primo caso, sì l' una

foglia, che l' altra formano ed armatura ed arco nello stesso tempo: ma per conoscere la forza e prontezza delle contrazioni in una rana, ò in un animale a sangue caldo, come in un agnello o in un vitello, preparati nella maniera proposta dal Galvani, basta applicare una piccola striscia di foglia di stagno al nervo crurale, un' altra simile striscia di ottone alla gamba denudata, indi, stendendo queste due striscie sopra di un piano coibente, porle a contatto; vedrassi tosto la gamba, ove massimamente le forze dell' animale sien vegete, spiccar salti non piccoli. Avverrà pure con poca differenza lo stesso, se, applicata la suddetta striscia di stagno al nervo, si applichi alla gamba, in vece di una simil striscia di ottone, una lamina d' argento, e l' una o l' altra si facciano venire a contatto; oppure se si usi un arco di argento, e si applichi con un estremo alla stagnetta del nervo, coll' altro alla gamba non armata, o meglio, ordinariamente, se prima a questa, poi a quella.

Queste due accennate combinazioni sono le più attive; ma altre se ne possono formare, che sebbene non sono di tanta attività, sono però esse pure capaci, ove l'animale sia vegeto, di eccitare i moti muscolari assai vivaci: così nelle rane preparate nascono le dette contrazioni anche senza armatura, combinati insieme argento e ferro, argento e rame, argento e stagno, ferro e rame, rame e stagno, e così dicasi ancora d' altre sostanze metalliche, applicando cioè l'un pezzo di questi metalli ai nervi crurali della rana, l' altro alle gambe, indi mettendo i due pezzi a contatto tra di loro.

Ma la forza della eterogeneità dell' arco non è ridotta, siccome si è creduto sin qui, ai soli e semplici metalli, ma si ottengono pure le contrazioni usando metallo ed acqua, metallo e carbone, acqua e carbone e il braccio di chi lo sostiene, acqua e solo semplice carbone. Si collochino le zampe di una rana preparata, o la gamba di un pollo o di uno agnello, preparata

parimente alla maniera del Galvani, in un vaso di vetro pieno di acqua; si immerga parimente in altro simil vaso o la spina del dorso della rana o il nervo crurale del pollo, secondo che o l' uno o l' altro animale sottopongasi all' esperimento; indi si prenda un arco formato di un solo e semplice metallo, massimamente de' più attivi su riferiti, e si immerga uno de' suoi termini in un vaso, poi si tocchi con l' altro termine lentamente e leggermente, come si è detto, la superficie dell' acqua contenuta nell' altro vaso; compariranno tosto nell' atto del contatto le contrazioni e i moti nella gamba. In questo caso ognun vede, che l' arco non è formato dal solo metallo, ma da quella serie eziandio di particelle acquose, che sono fra le estremità del suddetto arco e l' animale; dunque egli è arco eterogeneo, e come diviso in tre pezzi, due de' quali spettano all' acqua, l' altro al metallo.

In vece di usare l' arco metallico, si applichi una piccolissima striscia di foglia di stagno o al nervo della rana o alla sua spina; indi si prenda un adatto e curvo pezzo di carbone, e con una delle sue estremità si tuffi nell' acqua dov' è la gamba dell' animale, e si immerga l' altra nel secondo vaso finchè giunga a toccare la foglietta di stagno; tosto si faran vedere le solite contrazioni: in questo esperimento l' arco si può considerare come composto di una parte di acqua, di un' altra di carbone, e della terza finalmente di metallo. Succede pur anche l' esperimento, benchè non sì facilmente, se una parte dell' arco non sia tutta di carbone, ma di carbone e di legno, e tutto l' arco sia ben bagnato, indi si tocchi colla parte che è carbone la suddetta foglia metallica, avendo prima immersa l' altra che è tutto legno nel vaso, ove le zampe sono immerse.

Ma succedono ancora le contrazioni quasi costantemente, se la rana preparata sia vegeta, e il carbone di una certa data qualità, facendo l' esperimento nella seguente maniera. Si

tenga fra le dita bagnate d' acqua il canal vertebrale della rana preparata; s' immergano di poi i piedi, od anche parte delle gambe della medesima, se così piaccia, in un vaso pieno di acqua; si prenda coll' altra mano il carbone, e si tocchi con questo la superficie dell' acqua dello stesso vaso, in cui sono immersi i piedi: insorgono tosto, nell' atto del contatto del carbone coll' acqua, le contrazioni cospicue e vivaci. In questo esperimento non ha luogo alcun metallo, ma l' arco è formato dalle braccia e da una parte di tronco dello sperimentatore, e dal carbone, e dall' acqua. Il miglior carbone suol essere il più leggiere e più poroso, e smorzato, non da se, ma tuffandolo poco prima nell' acqua. Se uno tenga l' animale, ed un altro tocchi col carbone la superficie dell' acqua, essendo interrotto l' arco manca ogni effetto.

L' attività di quest' arco eterogeneo, composto cioè di sostanza animale, di carbone, e di acqua, è poco o nulla dissimile da quella, che si ravvisa in un simil arco, sostituendo al carbone un pezzo di metallo anche dei più efficaci, come l' argento; mentre se la forza dell' animale è massima, quasi niuna differenza si scorgerà nella prontezza e nella energia delle contrazioni. Lo sperimento può farsi ancora capovolgendo l' animale, cioè immergendo nell' acqua il canal midollare, e tenendo fra le dita uno dei piedi dell' animale, od ambi; se non che tenendoli ambi, le eccitate contrazioni sogliono essere meno sensibili.

Ma riescono anche le contrazioni e cospicue e belle, facendo arco col solo e semplice carbone, senza che punto vi concorra la mano dello sperimentatore. Si tuffi l' animale, come di sopra si è detto, col canal midollare nell' acqua di un vaso di vetro, colle gambe in altro simil vaso, poi si prendano due pezzi di carbone smorzato allora allora nell' acqua; questi si adattino tra di loro a quell' angolo, che esige la distanza de' vasi, poi uno di questi pezzi s' immerga alcun

poco in uno di essi (e meglio se in quello che contiene le gambe), poi coll'altro pezzo si tocchi la superficie dell'acqua contenuta nell'altro vaso: si vedranno tosto le contrazioni, e queste anzi d' ordinario più costanti e più vivaci, che usando un arco metallico, anche di argento. Può affidarsi, per maggior cautela dell' esperimento, e legarsi il detto arco di carbone ad un corpo coibente, come ad un pezzo di vetro; l'effetto tornerà il medesimo. La forza delle contrazioni sarà maggiore usando, siccome si è detto, due pezzi di carbone piuttosto che un solo, purchè questi pezzi sieno posti a perfetti contatti tra loro; lo che conferma del carbone ciò che abbiam detto dei metalli, che l'arco omogeneo, composto di più pezzi dello stesso metallo, è più efficace di un arco formato di un solo e continuato pezzo dello stesso metallo.

Queste sono le varie materie delle quali ho io composto l'arco; questa è la varia attività di esso, dipendentemente dalle medesime. Ma ognun vede, che molte e molte altre combinazioni si possono fare di materie differenti, e che quindi si lascia un largo campo ai dotti sperimentatori di trovarne altre, e di molto estendere questa interessante parte dell' efficacia dell'arco eterogeneo. Chi sa che un giorno, per le varie combinazioni dei fluidi animali naturali, e viziati, non giungano essi a spargere nuovi e grandi lumi su la fisiologia, e sulla cagione delle convulsioni e delle altre malattie nervose! Io lo desidero vivamente, e però invito ed animo i valenti medici e fisiologi a travagliarvi di molto. Per ora, contento di quel poco che ho potuto fin qui in breve tempo osservare, passo ad alcuni altri non inutili risultati di varii esperimenti, fatti circa l'attività dell'arco eterogeneo, dipendente non solo dalla diversità delle materie che il compongono, ma eziandio dalle altre accennate cagioni, e segnatamente dalla moltiplicità e dalle varietà e mutazioni dei contatti così dello stesso arco coll'animale, come dei varii pezzi, componenti l'arco, tra di loro.

La maggiore attività pertanto di qualunque arco, e singolarmente dell' eterogeneo e di più pezzi, dipende in primo luogo principalmente dal maggior numero de' contatti, o si risguardi la parte di arco che è applicata all' animale, o si guardino le varie parti di arco le une poste in contatto colle altre: e incominciando dalle armature, che io considero come parte dell' arco, sembra certo, che la maggiore attività loro nasca appunto da questo maggior numero di contatti; in fatti anche i metalli meno atti ad eccitare le contrazioni divengono i più attivi, quando si applicano ridotti in sottilissima foglia, a modo di armatura elettrica. Un grosso pezzo di stagno ed un grosso pezzo di ottone apposti all' animale, a modo di formare un arco, poche contrazioni producono, o languidissime; i medesimi metalli assottigliati in tenuissime foglie ed applicati a foggia d' arco allo stesso animale eccitano le massime contrazioni. Nel primo caso, in pochi punti i suddetti metalli toccano l' animale, e in pochi si toccano tra loro medesimi; in un numero assai maggiore nel secondo, adattandosi assai meglio le tenui foglie metalliche, per la sottigliezza e pieghevolezza loro, tanto all' animale, quanto a vicenda tra se. Per la stessa ragione, se io formo un arco di un grosso pezzo di stagno e di simil pezzo d' argento, ottengo un arco di pochissimo valore; ma se io poi in vece di un grosso pezzo di stagno adopro una sottil foglia del medesimo metallo, e con questa applicata all' animale formo l' arco composto di stagno e di argento, ecco tosto trovato un arco de' più attivi ed efficaci.

Dal che si vede, che considerate le armature come porzione di arco, e avendo in vista i diversi punti di contatto di una specie di arco relativamente all' altra, la cosa si riduce ad una semplicissima legge: quindi è miglior armatura lo stagno che l' argento; imperciocchè ridotto in sottil foglia l' argento egli è pienissimo di pori, talchè guardato contro il lume

sembra la foglia d' argento un fino crivello, ciò che non accade nello stagno, la cui foglia è fitta e compatta, e in conseguenza in una data estensione presenta ella più punti di contatto e più uniformi, che quella di argento; per questa stessa porosità l' ottone ridotto in foglia è egli pure una cattiva armatura.

Queste foglie adunque di metalli non sembrano trar la loro proprietà di far buoni o cattivi archi da qualche occulta qualità, come di magnetismo o d' altro, secondo opina il signor Thouvenel, ma dalla semplice e natural loro struttura, che li rende capaci di maggiori contatti, sì coll' animale, che tra loro stessi. Gli altri metalli poi non sembrano atti a formare le armature come questi, atteso che non si possono ridurre a tanta sottigliezza, nè quindi si possono sì bene adattare alle parti a cui si applicano, onde formare tanti e sì intimi contatti, come gli anzidetti. Che se l' armatura di foglia d' argento, usando un arco pure d' argento, è quasi inetta e il più delle volte, nelle rane singolarmente, non arriva ad eccitare per conto alcuno le contrazioni, ciò nasce allora più per la omogeneità dei metalli che vengono a contatto, che per la scarsezza e imperfezione dei contatti; però se coll' armatura d' argento si usi l' arco di ferro o di rame, le contrazioni avvengono assai bene.

Ma le contrazioni non hanno rapporto solamente al numero maggiore o minore de' contatti, ma altresì alla pura e semplice mutazione e variazione dei medesimi; il che quantunque si osservi anche nell' arco omogeneo composto di più pezzi, siccome abbiamo detto, nell' eterogeneo però, e composto similmente di più pezzi, è propriamente singolare e maraviglioso.

In fatti, cominciando dagli esperimenti proposti dal Galvani, ne' quali appoggiando l' uncino impiantato nella spinal midolla sopra un piano metallico qualunque, ma singolarmente formato di metallo differente da quello dell' uncino, qualunque

minima percossa e qualunque menomo moto comunicato al suddetto uncino o al detto piano basta per far nascere nuove contrazioni, che altro sùccede egli in questo menomo moto, se non se mutazione dei contatti tra l'uncino e il piano, ossia formazione d' altri nuovi? Ma questo stesso succede con una prontezza e facilità straordinaria, se si formi un arco parte di foglia di stagno e parte di foglia di ottone, e si adatti l' una sopra l' altra, e colle loro estremità si applichino all'animale, nella maniera di sopra esposta; allora, qualunque minimo moto si induca nelle due foglie, qualunque minima pressione o menomo alzamento si faccia in quelle, mutandosi per tal mezzo i contatti, si eccitano tosto contrazioni vivacissime: quindi si veggono con sorpresa le gambe della rana balzare, se con sottil ago, anche di vetro, si tocchi appena la foglia metallica superiore, se alcun poco e presso che insensibilmente si alzi o si striscii sull' altra, se si faccia cader sopra di essa una goccia di acqua, se si soffii contro la medesima, se vi si applichi o fiocco o piccola scintilla elettrica.

Questo stesso fenomeno rendesi anche più marcabile se si bagnino di acqua le suddette foglie in quella parte di superficie in cui si toccano insieme, rimanendo allora, per l' interposta umidità, o tenuissimo strato d'acqua, meno tra di loro aderenti, e quindi potendo più liberamente e facilmente l' una muoversi e scorrere sovra dell' altra, e mutarsi perciò i contatti, e formarsene dei nuovi.

Che per tal ragione si rendano le contrazioni così pronte e sollecite, lo dimostra l' ottenersi esse pure in qualche maniera se si bagnino le suddette superficie anche con olio, purchè allora si usi del mezzo della compressione, e sia questa un po' maggiore di quella che si usa quando si adopra l'acqua; essendo d'uopo in questo caso, che la compressione giunga a tanto che le fluide parti dell' olio si separino le une dalle altre, e dieno luogo agl' immediati contatti dei varii punti delle superficie metalliche.

Ma perchè non potrebbe egli sospettarsi (dirà forse taluno), che le contrazioni che si hanno in questi esperimenti nascessero piuttosto per una specie di fregamento, che inevitabilmente deve avvenire movendo o comprimendo le due listarelle metalliche, di quello che per una formazione di nuovi contatti? Tanto più che il fregamento è riconosciuto da tutti i fisici per un mezzo de' più atti a porre in azione l' elettricità, la quale si suppone essere autrice di queste contrazioni.

Il sospetto non può essere nè più giusto, nè più ragionevole; ed a questa cagione pure si è appigliato l' autore del Commentario sopra l' elettricità animale: ma il fatto dimostra il contrario. Se queste due foglie metalliche, che pel sicuro esito dello sperimento debbono essere collocate sopra di un piano coibente, si adattino e si stringano, tanto tra di se, quanto col piano coibente, in modo che non possa l' estremità dell' una punto muoversi sopra dell' altra, niuna contrazione si eccita, qualunque fregamento si faccia sovra di esse, anche coi migliori deferenti, come sarebbe una lamina od una moneta di argento o d' oro. Tale immobilità delle suddette listarelle si ottiene facilmente attaccandole ad un piano di vetro per mezzo di saliva o di altro leggierissimo glutine, asciugato dopo ad un lento fuoco; oppure impiantandole in un piano di cera o di resina un po' caldo, ed attaccandole finalmente tra di loro col medesimo glutine. In questa circostanza avvi lo sfregamento e l' attrito, e questo quanto mai vuolsi grande e continuato, eppure non si ottiene alcuna contrazione; manca solo la mutazione dei contatti dei pezzi che formano l' arco: l' effetto dunque da questa, e non da quello dipende.

CAPO VI.

Dell' attività dell' arco interrotto.

Quantunque trattandosi di arco formato di più pezzi, ogni volta che questi si pongono a contatto si formi un arco, di interrotto che egli era, continuato, ed in conseguenza le contrazioni indi nate ascriver si possano ad un tal arco, pure questo non basta, a mio giudizio, a somministrare un'idea chiara del passaggio dell' arco di più pezzi dall' essere interrotto ad essere continuato, e molto meno dell' attività sua in tal passaggio; chiarezza d'idee necessarissima per conoscere dipoi l'attività del suddetto arco di più pezzi, quando passa dall' essere continuato all' essere interrotto: a tale oggetto ho creduta cosa opportuna il riferire i seguenti esperimenti. Si prendano due striscie metalliche, di stagno l'una, di ottone l'altra, formate a modo di arco; si stendano sopra di un piano di vetro, e si uniscano l' una all' altra in modo, che formino un solo e continuato arco; sia stato il suddetto piano umettato o di saliva o di soluzione leggierissima di qualche gomma, cosicchè vi si attacchino le suddette striscie, e, pel calore asciugata ogni umidità, restino per la massima parte immobili, eccettuate le due estremità che dovranno applicarsi all' animale, le quali hanno a rimaner libere, ed a tal fine sarà bene il piegare e rivolgere ciascuna estremità sopra la striscia medesima prima che ella si attacchi al piano; si renda, col medesimo cemento, fisso ed immobile il luogo dell' unione delle suddette striscie; si adattino infine le estremità libere di quest' arco alla rana preparata, ed in guisa che l' una, e singolarmente quella di stagno, venga applicata sopra il canal vertebrale, l' altra ad una gamba della medesima rana: nasceranno tosto,

nell' atto che ambe le dette estremità toccano l' animale, forti e veementi contrazioni. Cessate queste totalmente, con una punta sottile tagliente di qualunque corpo, anche coibente, si divida nella parte immobile quest' arco, e in conseguenza si renda interrotto. Sia lo spazio della divisione piccolissimo, cioè una quarta parte, una sesta, o anche meno, di una linea; fatta tal divisione, si faccia cadere sul luogo della stessa una semplice goccia d' acqua, talchè riempia il piccolo vano rimasto fra striscia e striscia: ecco tosto le contrazioni nell' atto che la goccia tocca il piano, oppure nell' atto che l' arco da interrotto si fa continuato. Avvengono parimente le contrazioni se nel detto vano in vece dell' acqua vi si applichi qualche particella metallica; anzi avvengono con maggior forza, e tanto maggiore, quanto è migliore la qualità deferente de' metalli. Per maggior comodo e facilità di esperimento invece del piano di vetro si può usare un piano di cera, su cui senz' altro artifizio si attaccheranno le suddette striscie e si renderanno, come richiede l' esito felice dell' esperimento, immobili; abbiasi però l' avvertenza di attaccarle e di unirle bene tra di loro nel luogo ove si toccano. Parimente riescirà più facile e più spedito, se in vece di unirle prima, e poi dividerle nella maniera accennata, si collochino a picciolissima distanza fra di loro, a quella cioè, a cui rimarrebbono dopo la divisione. Intanto si è proposto il primo metodo di esperimentare, perchè il medesimo travaglio, e il medesimo apparato di cose può servire per mostrare l' attività dell' arco tanto nel passaggio da interrotto a continuato, quanto all' opposto, come tra poco vedremo. In tutti questi casi, se in vece d' inframettere alle due striscie, nel luogo della divisione, od acqua od altro corpo deferente, vi si metta olio od altro corpo idioelettrico, sia fluido sia solido, niuna contrazione si otterrà giammai, quando le due striscie sieno bene aderenti ed immobili sul detto piano, onde non possa avvenire mutazione alcuna di contatto nelle estremità che sono sovra l' animale.

Ma con questo apparecchio e con questa specie di arco non solo nascono le contrazioni nell' atto del contatto dell' acqua co' metalli, come si è riferito nel primo esperimento, ma eziandio nel contatto di acqua con acqua. Sieno le due listarelle collocate, insieme coll' animale, nel modo già detto, sovra un piano di cera ben asciutto e levigato; le estremità colle quali una riguarda l' altra sieno distanti tra di loro mezzo pollice circa; si ponga una goccia di acqua sovra d'una, un'altra sovra l' altra; si facciano crescere ambedue le goccie aggiugnendovene altre fino che s'innoltrino ambe nello spazio di interruzione, che rimane fra le estremità delle suddette listarelle: sembreranno all' occhio venire presso che a contatto, ma non per questo si otterranno le contrazioni. Finalmente o accrescendo l' acqua, o comprimendo leggiermente l' una goccia verso dell' altra, nell' atto che queste scambievolmente si penetrano e formano una sola goccia vedrannosi, non equivoci, ma chiari e distinti moti muscolari. Non sembra dunque essere il solo toccamento dei metalli tra di loro che ecciti le contrazioni, ma il compimento dell' arco, ossia il passar l' arco dall' essere interrotto ad essere continuato, qualunque sia il corpo che lo renda tale.

Quest' arco immobile sul piano coibente oltre il servire a dimostrarci l' attività in genere dell' arco, ove passi dall' essere interrotto ad essere continuato, scopre eziandio la somma sua attività quando egli sia di una certa ampiezza, e quando, per la perfetta sua adesione sì al piano che alla parte dell' animale non lasciando alcuna piega o interruzione, presenti un felice e spedito cammino al fluido che per esso deve scorrere; mentre allora, se si applichino al medesimo animale nuovi archi di altre specie, ancora le più attive, niuna contrazione per lo più si ottiene; laddove si eccitano quando l' arco già prima applicato non abbia le accennate condizioni. Ma dell' attività di quest' arco abbiamo trattato quanto basta per iscoprirla e

determinarla in qualche modo, tanto più che, posta la utilità e la necessità dell' arco, non era difficile il prevedere, che nell'atto che egli si compiva doveano insorgere le contrazioni muscolari. Ciò che reca più maraviglia, e che, posta la necessità dell' arco, sembrava più difficile ad immaginarsi, egli si è l' attività di questo stesso arco allorchè passa dall' essere continuato all'essere interrotto. Ora di questo prendo a trattare, e ad insegnare insieme il modo con cui senza equivoco si manifesta.

Formato l' arco immobile sul piano di cera o di vetro, nella maniera di sopra esposta, e cessata ogni contrazione che nasce all' applicazione delle due estremità sull' animale, con una punta di vetro si tagli attraverso la foglia di stagnetta, incominciando il taglio da un lembo, e gradatamente e lentamente proseguendolo fino all' altro; l' animale se ne starà ordinariamente immobile, finchè rimarrà nell' arco qualche continuazione benchè minima: ma nell' atto che si taglia e si divide l'ultimo filo, quasi direi, di stagnetta rimasto intero, si vedranno immediatamente i muscoli tutti degli arti in tal momento contrarsi ora più, ora meno, giusta il vario stato della forza dell' animale, e la varia composizione dell' arco.

Questo fenomeno certamente non può nascere da una nuova eterogeneità dell' arco conduttore indotta dall' instrumento tagliente, mentre questo, come abbiam notato, è di vetro, dunque di materia coibente e incapace a formar arco conduttore: neppur trar può origine dalla frizione fatta nel metallo dal medesimo strumento, poichè abbiam già veduto, trattando dell' arco continuato, che quella è inetta a produrre alcuna contrazione; poi, ove nascessero le suddette contrazioni da simil fregamento, perchè non si ecciterebbono al fregamento anteriore, e tanto maggiore, quanto è maggiore la divisione di quasi tutto il diametro della stagnetta che non dell' ultima picciolissima porzione della medesima? Eppure solo alla divisione di quest' ultima piccolissima porzione insorgono le contrazioni.

È dunque chiaro e fuor di dubbio, che queste sono dovute alla vera e totale interruzione dell' arco, la quale non si ottiene se non che al momento di tagliare l'ultima minima porzione del medesimo.

Ma per accertarsi di questo stesso maggiormente, e per vederlo più chiaro, si faccia il seguente esperimento. Dalla foglia di stagnetta, prima di attaccarla al piano coibente e formare con quella di ottone l' arco immobile, si levino longitudinalmente, per esempio, tre porzioni, in guisa che resti essa in detti luoghi divisa alla maniera de' denti di un pettine; si fissi dipoi, come di sopra s' è detto, nel piano coibente, e si unisca alla foglia di ottone a compier l' arco; ciò fatto, si comincino a tagliare successivamente questi denti uno dopo l' altro, lasciando l'ultimo intero: niun moto, a tutte queste divisioni, si ecciterà: si tagli finalmente l' ultimo; nell' atto del taglio e della divisione di questo, pronte saranno le contrazioni. Così pure possono fissarsi le due foglie metalliche a qualche distanza tra loro, onde l' arco sia interrotto, poi si può rendere continuato mediante due, tre, o anche più striscioline metalliche condotte da una lamina all' altra, e parimente fermate al sottoposto piano; succederà egualmente il fenomeno, e l' esito dell' esperimento sarà il medesimo. Bensì è necessario, al felice conseguimento e all' esattezza di quello, avvertire, che sia bene interamente asciutto il glutine usato per attaccare al piano le lamine, e che il vetro, invece di tagliare, potrebbe lacerare, e seco strascinare alcuna piccola porzione delle suddette lamine, e portare questa a contatto dei nuovi lembi che si formano nelle medesime in occasione del taglio, e quindi produrre un arco continuato.

Da quanto finora abbiamo detto rimane fuori di dubbio, che l' arco conduttore è atto ad eccitare le contrazioni, non solo quando passa dall' essere interrotto all' essere continuato, ma altresì quando passa dall' essere continuato all' essere interrotto.

Ora l' attività di queste due specie di arco varia pure non poco, giusta i varii fonti assegnati della diversa energia dell' arco. Quindi se sarà omogeneo, oppure composto di quelle sostanze metalliche che insieme combiuate non formano un arco felice, oppure se sarà di un piccolo diametro, e in conseguenza avrà un piccol numero di contatti coll' animale, o non li avrà perfetti, sarà egli totalmente inoperoso, o produrrà appena, o rare volte e con incostanza l' effetto. Riuscirà poi efficace, a circostanze e condizioni contrarie, siccome in fatti ce lo hanno mostrato tutti gli altri esperimenti tentati.

Stabilita così l' attività dell' arco, nel passaggio che fa dall' interrompimento alla continuazione, o da questa a quello, avrei io bramato di poterla dimostrare eziandio nell' arco composto in tutto o in parte di fluido: ma ben mi avvidi non poter io questo ottenere in nessuno dei due casi; non nel primo, per non essere ancora scoperta fin qui l' attività dell' arco fluido, quando è continuato; ma nè tampoco nel secondo, non essendo sì facile il ritrovare un mezzo atto a dividere sul momento tutto uno strato di fluido sì esattamente, che niuna particula o scorra, o rimanga nel luogo della divisione, nel momento stesso che questa si forma. Quindi diressi le mie ricerche a scoprire piuttosto se, interrompendo l' arco solido, avvenivano le contrazioni, benchè di sotto vi rimanesse porzione di fluido che mantenesse l' arco tuttavia continuato, sembrandomi, che l' esito di tale esperimento potesse recare non piccoli lumi sull' attività singolarmente delle varie materie, che l' arco compongono. A tale effetto disposte sul piano le due foglie metalliche, siccome negli anzidetti esperimenti, e rese immobili, si bagnò con acqua quella di stagnetta nel luogo in cui volevasi dividere, giusta il solito, ed interrompere l' arco; anzi si fece in modo, che l' acqua in forma d' ampia goccia giacesse sopra il detto luogo, indi in quello si fece il taglio e la divisione dell' arco col medesimo vetro, facendolo

passare per mezzo all' indicata goccia di acqua: nell' atto della intera divisione si ottennero le contrazioni, anzi maggiori e più forti di quelle riferite ne' primi esperimenti. Parimente se si bagna tutto l' arco metallico di acqua, si ottengono le contrazioni poco differenti dalle accennate. Così pure si ottengono, fatto l' esperimento col seguente nuovo metodo: nell' adattare le due foglie metalliche al piano si cerchi che una di esse, singolarmente quella di stagno, rimanga in una sua piccola porzione staccata ed elevata dal piano, in modo che formi un piccolo arco, sotto cui vi si possa collocare una goccia d' acqua che riempia il vano di quello spazio, in guisa per altro che sia discosta dalla sommità dello stesso arco; destramente s' introduca fra la goccia d' acqua e la sommità medesima un sottil vetro, e con questo, senza toccare l' acqua, si tagli la detta sommità: nell' atto della divisione nascono le contrazioni.

Questi sperimenti sembrano avvertirci, che l' attività di questo arco risiede singolarmente nella parte metallica del medesimo, e che in conseguenza per questa, a preferenza dell' acqua, scorre la torrente (*a*) di quel fluido che eccita le contrazioni: altrimenti, nel taglio o nella divisione del piccolo arco metallico, non solo non si sarebbe avuto un effetto presso che eguale a quello, che si ottiene quando si divide l' arco totale, ma non se ne sarebbe avuto alcuno; mentre, la porzion d' arco formata dall' acqua non essendo punto toccata dall' instrumento

(*a*) Tanto in quest' Opuscolo dell' Arco conduttore, quanto nelle Memorie allo Spallanzani l' egregio Autore preferì di scrivere — *la torrente elettrica* — invece che — *la corrente elettrica* —, corrispondentemente al senso delle espressioni — *nerveo-electrici fluidi excursum* —, — *electricitatis excursus* — da esso Lui adoperate e dichiarate nel Commentario (V. pag. 110). Nel significato di corrente fugace, di corrente discontinua, l' espressione — *torrente elettrica* — avrebbe potuto meritare di passar in uso presso i fisici.

tagliente, l' arco formato in parte dall' acqua in parte dal metallo non resta per alcun modo diviso.

Questo esperimento, ossia il taglio dell' arco eseguito col vetro in questa maniera, toglie eziandio ogni sospetto, che le contrazioni nascer potessero dalla piccolissima porzione di foglia metallica, che si separa dall' arco quando si raschia come nel primo sperimento, la quale, attraversando il luogo della divisione e venendo a contatto coi lembi della foglia divisa, rendesse l' arco da interrotto, continuato, e quindi eccitasse le contrazioni; ciò che, nella prima maniera di sperimento, ho veduto non poche volte succedere.

A togliere però vie maggiormente ogni sospetto ed equivoco, e molto più a comodo e facilità d' esperimento, si può questo variare nella seguente maniera. Si collochi il suddetto arco metallico sopra un piano di cera, e si adatti ed attacchi fortemente sul medesimo; indi, impiantandovi un pezzo di vetro tutto ad un tratto e profondandolo nel medesimo piano di cera, si tagli l'arco stesso: si vedranno insorgere le contrazioni, nell' atto della divisione ossia del taglio; le quali contrazioni per certo, in questo esperimento, non possono ripetersi dalla piccola porzione di foglia metallica che dal vetro si separi, mentre questa viene portata inferiormente nella fossetta fatta dal vetro medesimo, e in conseguenza costantemente allontanata dai lembi, che si formano nella divisione di essa foglia metallica. Questo stesso sperimento toglie un altro dubbio (forse più verisimile del primo), che nascer potrebbe tagliando la foglia dal basso all' alto, come si propose nell' esperimento qui sopra riferito; e il dubbio si è, che, divisa appena la striscietta metallica, i divisi lembi venissero a contatto tra di loro con tanta facilità, che l' osservatore non se ne avvedesse, e in conseguenza, che le contrazioni nate non dipendessero dallo interrompimento dell' arco, ma piuttosto dall' istantaneo combaciamento dei lembi stessi: ciò che ognuno

vede non poter succedere in quest' ultimo esperimento, in cui il frapposto vetro impedisce sì fatta unione, all' istante medesimo che si ottengono le contrazioni.

CAPO VII.

Dell' attività dell' arco sì piccolo che grande.

L' attività di questi due archi quando sieno della medesima specie, in quanto al produrre l' effetto, ossiano le contrazioni, è la stessa sì nell' uno che nell' altro. Ma se si riguarda la quantità dell' effetto, ossia la forza e grandezza delle contrazioni, ella è, tra l' uno e l' altro, differente, ma non però di molto; tanto cioè il piccolo, quanto il grande eccitano le contrazioni; tanto queste si svegliano con una foglia di stagnetta di una mezza linea, e con un'altra simile di ottone, quanto colle dette due foglie di due, o tre piedi di misura; solamente sono più grandi e più gagliarde le contrazioni in quest' ultimo caso che nel primo, ma non di molto.

Lo stesso dicasi di un arco formato di un semplice filo metallico come d' argento: tanto induce le contrazioni un arco di due pollici, quanto uno di due piedi, ma le induce ordinariamente maggiori questo che quello.

Qui però è d' avvertirsi, che questa proporzione dell' effetto colla estensione dell' arco, oltre il poter variare per la varietà ed incostanza della forza animale, tiene essa pure certi limiti; così che al crescere o al diminuire dell' arco oltre di questi, non crescono proporzionatamente nè diminuiscono le contrazioni; anzi talvolta succede, che a soverchia grandezza e piccolezza di arco non solo non corrispondano le contrazioni, ma cessino totalmente.

CAPO VIII.

Dell' arco occulto, e delle varie sue specie.

In varii casi si forma l' arco quasi di nascosto, senza che lo sperimentatore, se non è quanto mai avveduto e non rifletta seriamente alle più minute circostanze dello sperimento, punto se ne avvegga. Tutti questi casi si possono ridurre singolarmente a tre. Primo, quando l' arco tocca parti di nervo sì vicine le une alle altre, che facilmente si prendono per una parte sola. A questa classe di arco occulto appartengono le contrazioni che si ottengono ne' seguenti esperimenti. Primo cioè, quando si arma con qualche piccol fragmento di foglia di stagno una piccola parte di nervo, e vi si applica una moneta la quale tocchi, anche di solo taglio, parte la detta foglia, parte il nudo nervo in un sol punto, e questo contiguo ed immediato alla suddetta piccola armatura. Questo è l' arco che formò il signor Carradori, allorchè prima involse il nervo nella foglia di stagno, poi lo tagliò attraverso in un colla armatura, ed applicando l' estremità del nervo reciso sopra una moneta ottenne le contrazioni. In fatti per chiarirsi che in questo caso si forma il suddetto piccol arco, e che da questo nascono le contrazioni, basta applicare una striscia di foglia al nervo in modo che sporga molto in fuori dello stesso nervo; poi tenendo l' animale preparato capovolto, siccome egli propone, far sì che solamente la detta foglia ben fitta al nervo tocchi la stessa moneta: niuna contrazione avrassi allora. L' esperimento riescirà anche più sicuro se la foglia di stagno, quantunque grande, applicata al nervo si fermi su d' un piano coibente, attaccandola con un po' di saliva; mentre allora, per quanto si applichi la moneta alla detta foglia,

niuna contrazione ecciterassi giammai. Ma se all' incontro, o nel primo, o nel secondo caso si faccia sì che la moneta, che tocca detta stagnetta, tocchi in qualunque minima parte il nervo nudo, nel luogo anche il più vicino all' armatura, tosto nasceranno le contrazioni.

È facile il ravvisare che ne' due primi casi non si può formare alcun arco; ma uno bensì ed eterogeneo e di più pezzi, benchè piccolissimo, si forma in quest' ultimo caso, composto cioè parte dalla stagnetta, e parte da quella piccola porzione di moneta che tocca il nudo nervo. Ma ad accertarsi vie più, che nel su riferito esperimento del signor Carradori si formi arco, meco ora si rifletta, che se io armo nervo e muscolo, o nervo solo in due differenti luoghi, con un' armatura della stessa materia, come di foglia di stagno, ed applico l' arco a queste due armature, difficilmente ottengo le contrazioni, o per niuna maniera, siccome ho di già avvertito; e che, se applico l' arco ad un' armatura sola con una estremità, coll' altra alla nuda parte o del nervo o del muscolo, le ottengo tosto, e pronte, e vivaci: lo stesso per l' appunto avviene nell' esperimento del signor Carradori; mentre se io involgo nella stagnetta il nervo in modo che la stagnetta lo sopravvanzi, poi ne egnaglio i lembi col taglio, ed indi, allargata nel suddetto luogo la foglia, l' applico sopra la moneta tenendo l' animale per le gambe, o niuna contrazione, o poche e leggiere in un tale apparato si eccitano; laddove, se io rifaccio l' esperimento tagliando al medesimo livello la stagnetta e il nervo, ottengo immediatamente le contrazioni; perchè allora la moneta tocca una parte nuda del nervo, benchè piccolissima, e contemporaneamente una piccolissima porzione di stagnetta. Manca per lo più l' effetto nel primo caso, perchè la moneta, facendo le veci d'arco, tocca due armature simili, toccando i lembi opposti della stagnetta; non manca nel secondo, perchè tocca armatura e parte nuda di nervo.

Per ragione di un simil arco occulto si svegliano le contrazioni allorchè si arma, sia nervo, sia canal midollare, con più foglie di stagno, ma non poste ad un perfetto e mutuo contatto, e queste si toccano con un corpo metallico, od anche con una sola estremità dell' arco; perchè allora è facile, senza avvedersene, che il toccamento si faccia in qualche luogo di disunione, e per conseguente in qualche punto del nudo nervo. Lo stesso parimente avviene se si usi per armatura una foglia sola, e questa sia in qualche luogo casualmente rotta e divisa, e si applichi in detto luogo il corpo metallico, o l' una sola estremità dell' arco.

Il secondo caso, in cui si forma un arco occulto, è allor quando, l' armatura del nervo essendo composta di più pezzi di foglia dello stesso metallo, o meglio se di diversi, queste foglie, nè bene tra di se unite, nè col nervo, mosse da un impulso estrinseco qualunque (come sarebbe da un leggier soffio d' aria, dall' applicazione di un corpo anche coibente, o dal semplice maneggiar l' animale, e massime la parte di nervo armata) eccitano le contrazioni. Or chi non comprende chiaramente, che formandosi da tale armatura una specie di arco di più pezzi, si dà luogo ai toccamenti e movimenti delle suddette foglie, alla mutazione dei coutatti, e quindi alle contrazioni?

Io credo che a questo genere di arco occulto si debbano quelle contrazioni, che ottenne l' autore del Commentario sull' elettricità animale, allorchè egli compresse l' armatura sopra i nervi, o sopra il canal midollare, con un corpo coibente, a cui egli assegna l' uso di determinare l' elettricità animale al detto luogo, e lo chiama perciò determinante. Io non negherò quest' uso altrimenti, ma attribuirò bensì l'effetto, non a quel qualunque moto ed impulso, che il suddetto corpo eccita nelle minime parti del nervo, siccome vuole l'autore, ma piuttosto alla mutazione dei contatti, che quello induce nei varii

pezzi delle foglie che formano l' armatura, per la quale mutazione nascono nuovi archi, od archi più felici, benchè quasi sconosciuti; e per me, determinante delle contrazioni in questi esperimenti sarà tutto quello, che dà occasione alla formazione di un nuovo arco, o di uno più felice.

Da questa cagione similmente possono essere state indotte quelle contrazioni, che alcuni hanno ottenute applicando un estremo dell' arco alle armature, l' altro ad un corpo qualunque deferente, per niuna maniera comunicante coll' animale preparato; quando il fenomeno non fosse stato per avventura da ascriversi alla prima spezie di arco occulto, per una qualche non avvertita disunione dell' armatura. Forse per non aver avuto alcun sospetto di quest' arco occulto il signor Thouvenel assegnò al semplice contatto delle armature del nervo con un corpo deferente quelle contrazioni, che ottenne allorchè, avendo immersa sott' olio la rana preparata, salvo una parte delle armature eterogenee del nervo, toccò queste stesse con un pezzo di metallo; e forse per lo stesso inganno, in un altro esperimento fatto all' aria libera, egli attribuì le contrazioni al contatto del vetro, dello zolfo, o della cera lacca colla doppia armatura eterogenea, che erano da attribuirsi alle mutazioni dei contatti indotti per tai mezzi nelle armature medesime, e non altrimenti a quella forza eccitatrice da lui immaginata, di egual valore (giusta il parer suo) sì nei metalli, che nei corpi coibenti. In prova di questo, s' egli nel primo esperimento applicherà una sola e non interrotta armatura al nervo, e l' altra di natura diversa l' applicherà all' estremità libera della prima, senza che in nessuna sua parte comunichi coll' animale, in tal caso, toccando con qualunque metallo anche de' migliori le suddette armature, nel luogo pure della loro unione, invano aspetterà egli le contrazioni; se nell' altro esperimento userà pure delle stesse cautele, cioè, che delle due foglie eterogenee una sola tocchi l' animale, i suddetti

corpi coibenti non ecciteranno mai le contrazioni, quando queste non nascessero in grazia della formazione di una nuova specie di arco occulto, che sono per esporre tra poco.

Ed a chiarirsi maggiormente che le contrazioni non nascono da veruna forza de' metalli, ma sì bene dall' arco che essi formano, se in vece delle solite piccole armature se ne adoprino altre, grandi quantunque si voglia ed estese, ma in modo che una sola tocchi l' animale, come nei sopra riferiti esperimenti, niuna contrazione si otterrà giammai, applicando eziandio a queste stesse armature qualunque metallo de' più deferenti e di qualunque grandezza, e con esso comprimendo a piacere e smuovendo le medesime.

Il terzo caso finalmente di arco occulto si può considerare quello, in cui si forma, o, per meglio dire, si compie l' arco, fra parte e parte lontana dell' animale, per la umidità presso che insensibile del piano stesso coibente su cui fassi l' esperimento.

Si prendano due gambe, o della stessa rana, o di diverse, co' loro corrispondenti nervi crurali isolati e separati; si armi il nervo crurale di una con foglia di stagno, il nervo dell' altra o si lasci nudo, oppure (ciò che torna meglio per la maggiore prontezza e vivacità delle contrazioni) si armi di foglia di ottone, o si faccia poggiar sopra una moneta d' argento o d' oro; si mettano a contatto le due gambe, o anche i soli piedi; indi si applichi l' arco metallico al nervo dell' una, e al nervo dell' altra: ecco tosto prontissime e vivaci le contrazioni in ambe le gambe: si rimuovano indi dal contatto i piedi, si applichi nuovamente l' arco alli suddetti nervi, ricompariscono le contrazioni, benchè sieno divise ed isolate le gambe.

Chi da quest' ultimo esperimento non dedurrebbe, potersi avere le contrazioni applicando anche solo l' arco a parti animali tra loro disgiunte e divise, senza uopo di compierlo in nissuna di esse? Eppure si ingannerebbe di gran lunga,

mentre, in quest'ultimo caso, quella leggiera umidità lasciata sul piano dall'una gamba, nell'essere condotta vicina all' altra gamba, ella si è quella, che compie l' arco di comunicazione fra le stesse gambe: in fatti se, dopo messe a contatto le due accennate parti e poi disgiunte, si abbia l' avvertenza di ripulire diligentemente ed asciugare il piano, mancano tosto in ambedue le contrazioni.

L' arco di ciascuna gamba, nel caso dell' umidità, era formato parte dall' arco metallico applicato al nervo o nudo o armato, parte dall' altro nervo e gamba, e compito in ultimo dall' umidità lasciata sul piano dalle gambe, quando furono a vicendevole contatto. Niuno esempio potrà, se mal non mi appongo, addursi, che meglio di questo ne mostri l' arco occulto formato e compito dalla pura e semplice umidità, e in conseguenza la presenza e necessità dell' arco, anche dove meno si crede.

Questa stessa specie di arco occulto ci fa strada a ravvisarne altre molte, e massimamente quelle, in cui l' arco fra parte e parte di animali è compito dall' intima e propria umidità dello stesso animale; alla virtù del qual arco occulto io son d' avviso che si debba riferire la maggior parte delle contrazioni, che si ottengono quando l' arco è applicato a parti dell' animale lontane o dal nervo, o dal muscolo, o dall' uno e dall' altro, come verrò ora esponendo. All' arco pertanto formato parte dai metalli, parte dalla suddetta umidità io credo appartenere in primo luogo quelle contrazioni, di sopra riferite, nate da porzioni di metallo sì piccole, e poste tanto da vicino le une alle altre, e in sì piccola parte di nervo che non sembrano far arco: in secondo luogo quelle, che insorgono applicato un vero e reale arco metallico o in due distinti nervi, o in due distinti luoghi del medesimo nervo, e questi o nudi, od ambi diversamente armati, o armato l'uno, nudo l' altro; contrazioni che, giusta il sentimento di

molti, escludon l' arco da nervo a muscolo, proposto dal Galvani: in terzo luogo finalmente quelle, che insorgono nell' animale vivente e naturale, mediante l' unione e il toccamento di due armature tra loro diverse, o dell' armatura di foglia di stagno e di una moneta o lamina di metallo, massimamente d' argento, applicate, giusta il metodo del chiarissimo signor Volta, a qualunque parte dello stesso animale; il che ha fatto credere a questo dottissimo fisico ed esperimentatore, vano ed insussistente il circolo del fluido nerveo, proposto dal Galvani tra muscolo e nervo.

Ma in tutti questi casi sembra, a vero dire, che l' arco non restringasi ai soli punti e termini del nervo, ma si estenda fino al corrispondente muscolo, per la naturale umidità sia solamente del nervo, nell' animale preparato, sia di questo e delle altre parti, nell' animale vivente e in istato naturale. E in vero essendo certo e provato da tanti fatti, che l' arco condotto dal nervo al muscolo sveglia le contrazioni, prima di ammetterne uno nuovo egualmente efficace, condotto ad altre parti, e molto più condotto alla medesima parte, cioè allo stesso nervo, sembra essere necessario, giusta le prudenti leggi del filosofare, che tal nuovo arco non possa mai riferirsi al primo, cioè che non possa mai per mezzo d' alcun corpo deferente comunicare col muscolo: ma qui è certo che vi comunica per mezzo dell' umidità che dal nervo si estende fino al muscolo; dunque il supporre, che le contrazioni di sopra esposte si eccitino pel solo arco condotto da un nervo ad un altro, o da parte di nervo a parte dello stesso nervo, sembra contrario alle giuste leggi del filosofare. Lo stesso dicasi ancora relativamente a quelle piccole contrazioni, che talvolta si eccitano, siccome nota il Galvani, applicato al solo muscolo un piccol arco formato di stagnetta e di lamina o moneta d' argento. Dunque ancor quando l' arco metallico è applicato al solo nervo, o al solo muscolo, occultamente si estende, per mezzo dell' umidità,

da nervo a muscolo, e si può considerare come applicato immediatamente a queste due parti.

Questa congettura è resa, a mio giudizio, non poco verisimile dagli archi esposti, formati parte dai metalli applicati all' animale, e parte dall' umidità del piano su cui giace. Ma molto più verisimile si rende dagli archi applicati alla sola umidità del piano, e lungi dall' animale; mentre si ottengono quanto mai bene le contrazioni se io formo sul piano il seguente arco. Si tiri una striscia di umidità sul piano, dai nervi fino ad nna data distanza; una simile si conduca dai muscoli; indi alla estremità di una si applichi una piccola foglia di stagno, e similmente alla estremità dell' altra una piccola foglia di ottone, o in quella vece una moneta d' argento; ciò fatto, o si applichi un arco metallico alle dette foglie, o pur si diriggano in modo che vengano a mutuo contatto; nell' uno e nell' altro caso si avranno tosto le contrazioni.

Or quest' arco, a cui si debbono le contrazioni, non è egli formato dai metalli e compito dall' umidità? quale differenza vi ha egli tra questo arco, e quello che supponiam noi farsi e compiersi nell' animale per l' umidità naturale, salvo quella del sito? Ma il sito non è atto a cangiar forza e natura nell' arco; dunque le contrazioni nei casi sopra esposti dipenderanno da un simil arco. Forse questa uniformità e somiglianza d' arco si accorderà non difficilmente nell' animale preparato, ma non così nel vivente e naturale, in cui l' umidità, che compie l' arco, non è circoscritta ed isolata com' è nel preparato, ma ovunque ugualmente diffusa. La differenza è realmente somma; nè io mi sarei avventurato di ricorrere all' arco occulto della umidità, nell' animale vivente, se un nuovo esperimento fatto nell' animal preparato, in parità di circostanze con quelle dell' animale vivente e naturale, non mi avesse resa probabile la presenza e l' attività dell' arco formato in parte dalla umidità, ancorchè non circoscritta. S' inumidisca

buona parte di un piano coibente, come di vetro; nel mezzo di questa umidità si collochi l' animale preparato; indi si applichino sovra di essa, a qualche distanza dall' animale (ora maggiore, ora minore secondo i varii gradi di forza naturale di questo), o le due listarelle accennate, o la proposta listarella e la moneta: nell' atto del contatto di queste due sostanze metalliche compariranno alcune contrazioni, piccole per lo più, ma sensibili e patenti.

In questo esperimento l' umidità non è circoscritta, ma ovunque diffusa; dunque parimente, benchè nell' animale vivo e naturale l' umidità non sia circoscritta, può formarsi e compiersi un arco abbastanza attivo, sebbene di minor forza e valore, che nel penultimo esperimento. In fatti le contrazioni che si ottengono, per mezzo dell' esperimento del Volta, nell' animale vivo e naturale, sono d' ordinario molto meno pronte e vigorose di quelle, che si ottengono nell' animale morto e preparato.

Ma che niuno, o almen piccolo impedimento ponga all' azione dell' arco artifiziale l' umidità dell' animale ovunque diffusa, sembra anche meglio comprovarlo il seguente esperimento. Si applichino ad uno dei nervi crurali nell' animale preparato due piccole foglie di metallo, l' una di stagno, l' altra di ottone, ma ben contigue, siccome abbiamo di già proposto parlando degli archi occulti; quindi si ponga l' animale sott' acqua, cercando che le suddette foglie non si spicchino dal nervo, al qual fine sarà opportuno il rivolgerle alcun poco sopra il medesimo; si muova indi l' acqua tuffandovi qualche corpo, o in altra qualunque maniera: ai moti dell' acqua anche più piccoli insorgeranno le contrazioni, ove la forza naturale dell' animale sia vigorosa. Tali contrazioni dipendono dalle mutazioni de' contatti tra le due foglie; mutazioni nate dalla pressione dell' una foglia contro dell' altra, per l' urto delle piccole onde dell' acqua eccitate dal moto impresso nella

medesima: in somma insorgono queste contrazioni per la stessa ragione, e pressocchè nella stessa maniera, che dicemmo succedere, fatto l' esperimento fuori dell'acqua, allorchè qualunque piccol moto ed urto si comunica alle suddette foglie; dunque l' acqua, che circonda tutto l' animale, e bagna tutte le sue parti, non ha perturbato, o almeno ha impedito di poco l'effetto; dunque il medesimo arco agisce tanto sott' acqua, che fuori; dunque neppure l' umidità diffusa dentro l' animale impedirà l' azione degli archi artifiziali.

Qui però non è da passar sotto silenzio, che le contrazioni muscolari si destano ancora immergendo l' animale nell' olio, e comprimendo con qualche corpo coibente l' una foglia metallica contro l' altra; se non che riesce più difficile l' esperimento, per la difficoltà che s' incontra nel tener bene adattate le piccole porzioni di foglie metalliche sì all' animale, che tra di loro, e tenute che sieno, nell' indurre tra esse nuovi contatti, disturbandole troppo facilmente il frapposto olio: tuttavia se si giunga a comprimere le dette foglie in modo che, smosso l' olio, vengano a contatto, si hanno le contrazioni, bensì minori che nell' acqua, non lasciando mai l' olio tanta libertà di contatti come l' acqua, e colla sua forza coibente facilmente disturbando l' effetto delle contrazioni. Ma non ostante però questa difficoltà le contrazioni avvengono; dunque avvengono circondando l' animale sì coll' acqua, che coll' olio; dunque il fluido esterno o nulla, o poco, in questo sperimento (in cui esso fluido non è costretto a formar porzione d' arco), è a parte dell' effetto, egualmente succedendo questo se sia detto fluido coibente, o deferente; dunque in esso esperimento non è formato l' arco dal fluido esterno, ma lo è bensì dall' interno, siccome abbiamo proposto.

CAPO IX.

Di alcune conseguenze che trar si possono dalle dottrine, e dagli esperimenti proposti.

Prima di parlare dell' arco naturale, che proporremo in ultimo per via solamente di congetture, fondate però su fatti, stabiliamo tutto ciò che per vera e legittima conseguenza si può dedurre dai nuovi esperimenti del Galvani, e dai miei. Ed in primo luogo sembra per essi certo, che tutte le contrazioni muscolari ottenute cogl' indicati nuovi artifizi dipendano da un fluido sottilissimo, e questo elettrico, da qualunque fonte poi egli sia derivato. In fatti la cagione delle proposte contrazioni è un agente, che opera istantaneamente, che nel produr l' effetto fa un certo determinato circolo per certi determinati corpi tanto fluidi, quanto solidi, e questi duri anche, e molto compatti; dunque sembra manifesto, che un tale agente altro non possa essere che un fluido sottilissimo: che egli sia poi elettrico, par che da questo si deduca, che quei medesimi corpi che danno il passaggio al fluido elettrico, chiamati perciò conduttori, come metalli, acque ec., lo danno anche a questo; che quelli che lo negano al primo, detti perciò coibenti, come vetro, resina, olio ec., lo negano similmente a questo. Inoltre, giusta tutti gli esperimenti su di questo nuovo soggetto tentati dal Galvani, e da altri dottissimi sperimentatori, e da me pure, l' azione di questo fluido è determinata solamente dall' uso dell' arco conduttore, la qual proprietà certo di agire, mediante l' arco, non si sa che competa ad altro fluido, fuorchè all' elettrico. Di più tra i medesimi corpi conduttori, quelli che danno un più felice passaggio al fluido

elettrico, lo danno parimente più felice al fluido che produce le contrazioni. Tali sono, per l'elettricità comune, i metalli, in paragone dell' acqua; tali l'argento, e l' oro, in paragone degli altri metalli; e tali sono pure relativamente al fluido autore delle contrazioni, come abbiamo osservato.

In fine, giusta tutti gli esperimenti fatti fin qui, l' azione di questo fluido è determinata singolarmente, o più prontamente e con maggiore efficacia dal contatto dei lembi, o delle punte, o degli angoli de' corpi conduttori. Ma questi caratteri sono essenziali e specifici del fluido elettrico; dunque ogni ragion conduce a credere, che il suddetto fluido sia non solamente analogo al fluido elettrico, ma realmente ed essenzialmente elettrico; in quella guisa che, trovandosi in un fluido aeriforme, per esempio nell' aria deflogisticata, i caratteri specifici dell' aria comune, quali sono il servire alla respirazione, ed alla combustione e sostentamento della fiamma, non solo questo fluido si crede analogo all' aria comune, ma si crede assolutamente e si chiama vera aria reale, quantunque abbia alcune proprietà differenti da quelle dell' aria comune: così elettrico sarà e dovrassi dire il fluido eccitante le contrazioni, quantunque abbia alcune particolarità dissimili da quelle del fluido elettrico comune, quali sono il non agire a distanza tuttochè minima, il non mutarsi punto l' effetto o si faccia l' esperimento nel vuoto, oppur nel pieno, come ha osservato ultimamente il signor Aldini, il non manifestar l'azione sua pel contatto dei corpi deferenti, quando questi non sieno applicati a modo di arco; ed altre differenze, che più opportunamente altrove riferiremo.

Atteso dunque queste differenze e singolarità che si rinvengono in questo fluido, che lo distinguono in parte dall' elettricità comune, ma che nei caratteri essenziali lo mostran una cosa medesima con questa, a me sembra giusta e ragionevole la denominazione, che gli è stata data dal Galvani, di

fluido elettrico animale, piuttosto che quella di fluido analogo all' elettrico, come è piaciuto ad altri. Stabilita per tal modo la natura elettrica di questo fluido, facciamoci ora ad esaminare se egli risegga nell' animale, o nei corpi conduttori che si applicano a modo di arco, che è lo stesso che dire se sia estrinseco, o intrinseco all' animale. Il che per iscoprire colla maggior chiarezza possibile, prendiamo a rintracciare la cosa da' suoi principii.

In qualunque ipotesi è certo, che, per avere azione e moto dipendente dall' elettricità, è necessario che vi sia disequilibrio nella medesima; dunque, acciò si abbiano le accennate contrazioni muscolari, fà d' uopo che vi abbia questo disequilibrio o nei corpi deferenti che si applicano all' animale, o nell' animale stesso, o tra questo e quelli. Se nei corpi deferenti, le contrazioni si avranno per la restituzione dell' equilibrio tra parte e parte dei detti corpi, mediante l' animale, ossia, giusta l' opinione del signor Volta, mediante il passaggio della elettricità pei nervi. Se risegga il disequilibrio nell' animale, le contrazioni nasceranno per la restituzione suddetta tra parte e parte dell' animale, mediante i corpi deferenti. Se finalmente l' accennato disequilibrio sia tra i corpi deferenti e l' animale, insorgeranno le contrazioni per la detta restituzione tra questo e quelli o nel ricevere, o nel dare la sovrabbondante elettricità. Veggiamo ora dove più verisimilmente risegga. E incominciando dai metalli (dai quali, singolarmente dal chiarissimo signor Volta, sospettasi che parta l' elettricità, autrice delle suddette contrazioni), sembra che in questi non possa stabilirsi un tale disequilibrio; mentre o sono eterogenei e di un sol pezzo, o eterogenei e di più pezzi, o sono finalmente omogenei: se omogenei e di un sol pezzo, come per esempio un pezzo di argento, o questo è eguale in tutto di sostanza, eguale di forma, di pulimento, di grandezza, ed allora non si può supporre in esso ragionevolmente

disequilibrio; o è ineguale, siccome vuole il signor Volta, e neppure sembra potersi supporre allora tal disequilibrio, mentre, qualunque sia la detta ineguaglianza, uopo è in fine, che l' elettricità dell' una parte si ponga in equilibrio con quella dell' altra, e in conseguenza per tutto il corpo, essendo le parti, che costituiscono tal pezzo di metallo, insieme aderenti e deferenti. Lo stesso vale se il suddetto corpo metallico omogeneo sia di due, o più pezzi; perchè o questi sono in tutto eguali, e allora non vi avrà differenza tra di loro alcuna di elettricità, tutto sarà in un perfetto equilibrio; o sono diseguali, e allora ponendoli a contatto, prima di applicarli all' animale, e lungo tempo lasciandoveli, necessariamente dovrebbe stabilirsi l' equilibrio tra di loro; dunque applicati allora all'animale o non dovrebbe aversi contrazione alcuna, o sarebbe pochissima e piccolissima; ma le contrazioni si hanno grandi, forti, e molte, egualmente che si hanno senza por prima i suddetti pezzi tra di loro a contatto; dunque il richiesto disequilibrio nè risiede, nè può risedere ne' più pezzi di metallo proposti, cioè omogenei e solo ineguali di sostanza, di forma, di politura, di grandezza ec.

Queste stesse ragioni ne conducono con ugual forza a credere, che tale disequilibrio non possa trovarsi neppure tra i metalli eterogenei che compongono l' arco, sieno questi continuati o divisi; mentre o sieno le parti di essi naturalmente a contatto, come nell' arco continuato e di un solo pezzo, o vi si pongano artifizialmente, come nell' arco formato di più pezzi, sempre l' elettricità dell' una parte, trattandosi di corpi deferenti, deve porsi in equilibrio colla elettricità dell' altra: però non potrà mai aversi disequilibrio, trattandosi anche di metalli eterogenei che formino l' arco.

Rimane dunque, a mio giudizio, provato, che il richiesto disequilibrio d' elettricità non risiede ne' metalli. Ciò che si è fin qui detto de' metalli che formano l' arco, vuolsi intendere

egualmente degli altri corpi deferenti, non solo essendo essi omogenei, come il carbone, ma eterogenei eziandio come carbone ed acqua. Dunque si può stabilire generalmente, che il disequilibrio d' elettricità, da cui forza è che traggano origine le suddette contrazioni muscolari, non trovasi ne' corpi deferenti che si applicano all' animale.

Ma neppur sembra poter rinvenirsi disequilibrio tra i corpi deferenti e l' animale, disequilibrio che basti a produrre il fenomeno di cui si tratta; il che per conoscere chiaramente, si stabilisca prima di tutto, tal disequilibrio dover nascere o per una elettricità sovrabbondante ne' corpi deferenti, e deficiente nell' animale, ossia positiva in quelli, negativa in questo, o tutto al contrario. Ciò stabilito, immaginiamo il primo caso, cioè di elettricità sovrabbondante nei corpi deferenti, e segnatamente nei metalli, che sono i più atti ad eccitare le contrazioni. Se da tale disequilibrio nascessero queste, bastar dovrebbe per eccitarle un sol contatto de' suddetti corpi con un sol punto qualunque dell' animale: ma un sol contatto dei medesimi in un sol punto, anche di un nervo, non mai è sufficiente ad eccitare le contrazioni, e due contatti vi si richieggono, fatti contemporaneamente in due punti distinti dell' animale, siccome mostra la necessità dell' arco per ottenere le suddette contrazioni; dunque neppure dal supposto disequilibrio tra i corpi deferenti e l' animale sembrano poter nascere le dette contrazioni.

Ella è certamente cosa maravigliosa il vedere un vastissimo pezzo di metallo, a cui sieno uniti molti altri gran pezzi di diversi metalli, e questi comunicanti, se si vuole, col suolo, o con un fiume, non eccitare il minimo movimento, ove tal pezzo sia applicato ad un sol punto dell' animale preparato, ed anche al nervo, e invece eccitarlo grandissimo una linea di stagnetta ed una piccola moneta di argento poste a contatto, ove si applichino a due differenti punti del medesimo animale.

Nè si può già con giusta ragione credere, che si ottenga in quest' ultimo caso l' effetto, perchè un solo contatto non sia bastevole a far sì, che l' animale attragga l' elettricità sovrabbondante dei metalli nella copia necessaria per le contrazioni, ma vi sia d' uopo di due contatti; mentre, se ciò fosse, sembra, che, per potersi ottenere tale esaurimento di elettricità, supplir potesse ai due contatti una più ampla superficie; eppur questa a nulla vale. Or quand' anche fossero pure richiesti i due contatti, perchè l' animale attraesse tutta la sovrabbondante elettricità dei detti metalli necessaria ad eccitare le contrazioni; contro ciò che ne mostra la ragione, pure ove una volta, per mezzo de' suddetti contatti, si fosse ottenuta la libera e totale comunicazione della elettricità, tutto dovrebbe essere in equilibrio, niuna contrazione, a nuovi contatti, dovrebbe più insorgere: ciò non ostante ripetonsi queste contrazioni le dieci, le venti, le trenta e più volte, sebben sieno isolati l' animale e l' arco; dunque non possono nascere da questa sovrabbondanza di elettricità dei metalli sopra quella dell' animale, ossia da disequilibrio tra il metallo che ne abbondi, e l' animale che ne scarseggi. Di più un tal disequilibrio verrebbe tolto maneggiando l' arco metallico le tante volte, come si fa per intraprendere e reiterare l' esperimento; pure non ostante questi replicati e, direi quasi, infiniti toccamenti, si hanno le contrazioni, egualmente che se l' arco si adoperi isolato; non possono dunque le contrazioni aver origine da un tale disequilibrio. A tutto questo finalmente si aggiunga, ottenersi egualmente le contrazioni se l' arco sia immerso in un fluido coibente come l' aria, che in un deferente come l' acqua; ed io mi lusingo che vedrà ognuno chiaramente l' insussistenza di questa ipotesi.

Ma potrebbe a taluno venir in mente di opporre, che tutto questo si verificherebbe quando i metalli, spogliati una volta della sovrabbondante loro elettricità, non potessero sul momento

rivestirsi di una nuova, eguale alla prima, attraendola costantemente dall' atmosfera: ma niente osta che ciò non possa succedere; così le ragioni e i fatti fin qui addotti non dimostrano bastantemente la insussistenza del detto disequilibrio tra i metalli e l' animale.

Per togliere questa difficoltà basta il rammentarsi, che avvengono replicatamente le contrazioni per molte e molte volte, tolto eziandio ogni commercio dell' atmosfera coll' arco e coll' animale, come dimostrano gli esperimenti del Galvani; secondo i quali, immerso l' animale e l' arco a grandi profondità nell' olio, le contrazioni succedono, egualmente che se l'animale e l' arco fossero immersi nell' atmosfera, e come provano molto più quelli del Sig Aldini fatti nel vuoto, col mezzo di una macchina da lui ingegnosamente inventata.

Ma finalmente, per restar appieno convinti, che dalla elettricità sovrabbondante del metallo non possono indursi le contrazioni muscolari, si rifletta solo, che due pezzi di foglia metallica, l' uno di stagno, d' ottone l' altro, ambi quadrati, ciascuno di una sola linea di Parigi, cioè contenenti una minima elettricità, eccitano le contrazioni, e queste gagliardissime, egualmente in una gamba di una rana, che in quella di un pollo, di un agnello, di un vitello, di un cavallo, di un uomo.

Chi non ravvisa, dalla enorme sproporzione tra questi effetti e la supposta cagione, la insussistenza e falsità della medesima? Eppure l' esperienza ci assicura di questo; mentre se le suddette due foglie si applichino ambe al nervo crurale scoperto nell' animale, indi si facciano venire a contatto, vedrannosi le gambe come trar calci veementi: lo stesso abbiamo osservato avvenire se, tagliato il detto nervo presso l'uscita del bacinetto, si applichi al medesimo la foglietta di stagno, e ad un muscolo della gamba quella di ottone, indi, mediante un qualche corpo coibente, si pieghi e dirigga il

medesimo nervo in modo, che la foglia di stagno venga condotta a contatto con quella di ottone: l' esperimento succede tanto allorchè l' animale è vivo, quanto poco dopo ucciso; anzi in questo caso sogliono essere le contrazioni più gagliarde, massimamente se si fa perire l' animale collo scannario.

Quanto si è detto fin qui relativamente ai corpi metallici, è chiaro potersi dire ancora relativamente a qualunque corpo deferente, che si applichi all' animale. Tutte queste ragioni pertanto, e tutti questi fatti ci sembrano porre fuori di dubbio, che un' elettricità sovrabbondante dei medesimi corpi deferenti non è dessa, che, passando nell' animale per porsi in equilibrio, ecciti le suddette contrazioni.

Ma queste stesse ragioni ben ponderate, e questi stessi fatti ci dimostrano egualmente non poter essere l' autrice delle contrazioni la sovrabbondante elettricità degli animali; mentre, per indurre l' equilibrio in questo caso, basterebbe pure il contatto dell' animale coi detti corpi in un punto solo, ciò che è contrario, come abbiam veduto, al fatto; ed inoltre una linea quadrata di metallo non potrebbe mai avere una capacità atta a ricevere tal quantità di fluido elettrico, che bastasse egualmente a muovere una gamba di una rana, che quella d' un vitello, d' un cavallo ec.; dunque sembra chiaro e provato, che il disequilibrio proposto non può essere neppure tra i corpi deferenti e l' animale; resta perciò a cercarlo nell' animale medesimo.

Tale disequilibrio nell' animale o deve esservi naturalmente, o deve esservi indotto dagli artifizi. Se naturalmente, converrà confessare, che nell' animale v' abbia macchina particolare atta a dar luogo a questo disequilibrio, e d' uopo sarà chiamar animale una tale elettricità per denotare, non una elettricità qualunque, ma una particolare, applicata ad una particolar macchina: se poi il disequilibrio è indotto dagli artifizi, basterà

considerar l' animale come un corpo umido qualunque, siccome ne avvisa il signor Volta.

Or veggiamo come voglia ragione, ed esiggano gli esperimenti, che si creda nascere questo disequilibrio: e incominciando dalla supposizione degli artifizi, come da quella che ha per se l' opinione e le congetture di uno dei più celebri fisici ed esperimentatori del nostro secolo, quale si è lo stesso signor Volta, esaminiamone la forza e gli argomenti. Secondo questo dotto autore l' elettricità dunque esiste nell' animale come in un corpo umido qualunque, ed è posta in moto ed in una specie di circolo, e per conseguenza in un vero disequilibrio, dalla varia facoltà dei metalli, alcuni de' quali la cacciano dai corpi umidi, come lo stagno, altri da' medesimi l' attraggono, come l' argento, e quindi si vede chiaramente, dice egli, la necessità della eterogeneità dei metalli per ottenere le contrazioni. Or se nel cammino, prosegue l' autore, che farà l' elettricità da una parte dell' animale all' altra, in occasione di essere cacciata dall' un metallo ed attratta dall' altro, s' incontrerà in qualche nervo, ella vi farà stimolo, e ne ecciterà la forza nervea, dalla quale poi saranno prodotte le contrazioni. Questa è l' opinion sua, e queste le sue ingegnose congetture.

Siami però permesso di fare su di queste alcuna breve e semplice riflessione. E in primo luogo considerando, che un solo e semplice metallo, ben levigato in ogni parte di sua superficie, come pure il solo e semplice mercurio, applicato alle nude parti dell' animale (come abbiamo riferito trattando dell' arco omogeneo), e che in oltre due pezzetti della medesima foglia di stagno applicati al nervo crurale di un vitello, recentemente ucciso, in due opposti punti, e condotti colle loro estremità libere a contatto (come altrove si disse) producono costantemente le contrazioni, ne vengono da ciò due legittime conseguenze; la prima, che tali contrazioni non sono accidentali; la seconda, che nè la diversità ed eterogeneità dei

metalli, nè la facoltà dell' uno di smuovere l' elettricità, dell' altro di attrarla sono la vera ed efficiente cagione del fenomeno delle contrazioni, ottenendosi appieno senza le medesime.

Ma viene tolto a' metalli ogni diritto di causa efficiente delle contrazioni, sieno essi eterogenei o nol sieno, tosto che il solo carbone è capace di produrre le contrazioni; viene esso tolto egualmente al flogisto esistente nel carbone, tosto che le eccita ancora la sola acqua, come in appresso dimostreremo. Che se in un solo e semplice metallo, o nel solo carbone, o nell' acqua sola voglia pure il Volta ravvisare, come io non nego, qualche eterogeneità, mi sia però permesso di riflettere, che questa eterogeneità supposta non basterebbe a produrre il detto disequilibrio nell' animale, e in conseguenza le contrazioni, quando non si ammettesse ancora, che l' eterogeneità d' un estremo dell' arco, qualunque sia, fosse costantemente dissimile da quella dell' altro, acciò l' uno potesse avere la facoltà di smuovere o alterare in qualunque modo l' elettricità esistente nell' animale, l' altro poi la facoltà di attrarla o alterarla diversamente: ma come supporre tale costante diversità nelle parti del medesimo metallo, del medesimo carbone, della medesima acqua che vengono a contatto coll' animale? Chi non vede, che una tale costante diversità non può non essere più immaginaria, che vera e reale? Dunque ancorchè si accordi l' eterogeneità dei detti corpi, siccome tale eterogeneità deve essere distribuita presso che egualmente in tutte le parti dei suddetti corpi, ne viene che essa non potrà produrre il detto necessario disequilibrio nell' animale, se prima naturalmente non vi esisteva.

Ma se non può produrlo l' eterogeneità o dei metalli, o d' altri corpi deferenti, lo potrà per altro il diverso stato in cui si trova una parte naturale, o nuda dell' animale, da quello di una armata, oppure il diverso tempo dell' applicazione di una estremità dell' arco, da quello dell' applicazione dell' altra. La

prima opinione è del signor Carradori, l' altra del signor Caldani; ambi celebri fisiologi, e valenti sperimentatori. Nella parte armata di stagnetta o di altro metallo, dice il signor Carradori, per essere il suddetto metallo miglior deferente, ed attraente dell' elettricità, di quello che lo sia il fluido animale, concorrerà e si cumulerà in maggior quantità l' elettricità, diffusa egualmente in tutto l' animale come in un corpo umido qualunque; ma non può farsi questo cumulo d' elettricità maggiore nella parte armata, che non resti poi ella mancante nelle altre parti, nè questo, senza che nasca disequilibrio; dunque il disequilibrio, che non può negarsi necessario per ottenere le contrazioni, non esiste naturalmente nell' animale, ma vi è indotto dal suddetto artifizio.

A questa ingegnosa congettura sembrano opporsi non poco le contrazioni, che si hanno usando un solo e semplice arco, ed anche omogeneo, senza la minima armatura, come pure quelle, che si ottengono mediante lo stesso semplicissimo ed omogeneo arco, allorchè la rana ha la spinal midolla in un vaso di acqua, le gambe in un altro del tutto eguale; in questo caso le armature sono eguali, e sono composte di fluido egualmente attraente e conduttore dell' elettricità, che il fluido animale, o poco certamente dissimile; dunque si hanno le contrazioni, senza che la diversità ed attività de' proposti artifizi abbia potuto indurre il disequilibrio.

Rimane dunque che lo potesse fare, non la forza dei suddetti artifizi, ma, secondo il signor Caldani, la diversità del tempo in cui si applicano le estremità dell' arco all' animale, come ancora fu creduto avvenire nella torpedine: mentre, prosegue lo stesso signor Caldani, applicandosi, nell' uso dell' arco, ordinariamente una estremità dello stesso, prima dell' altra, all' animale, quella non può o non richiamare, o non dissipare, o in qual si voglia altra maniera non mutare lo stato della elettricità di quella parte che tocca; ed ecco tosto il

disequilibrio tra la parte toccata da prima con una estremità dell' arco, e quella che si tocca di poi coll' altra. Il disequilibrio adunque può essere indotto sul momento, dall' applicazione dell' arco, e non esistervi innanzi naturalmente.

Ma questa ipotesi, benchè di primo aspetto molto verisimile, perde molto di forza, se mal non m' appongo, e di verisimiglianza, allorchè si considera; in primo luogo, che avvengono le contrazioni col mezzo della divisione dell' arco eterogeneo composto di sole foglie di stagno e di ottone, le estremità del qual arco erano già ambe applicate prima, da non poco tempo, all' animale; in secondo luogo, che per ottenere le contrazioni basta la sola mutazione dei contatti tra le foglie che forman l' arco, la quale si fa contemporaneamente tanto relativamente all' una, quanto relativamente all' altra. Dunque neppure questa preferenza d' applicazione di una estremità dell' arco, relativamente all' altra, essere può la vera ed efficiente cagione di questo disequilibrio: perciò convien confessare che esso si trovi naturalmente nell' animale; ma questo non potrebbe essere, se l' animale fosse un semplice corpo umido qualunque; sarà d' uopo pertanto di riconoscere in esso una particolar macchina, atta a produrre e a mantenere naturalmente un tal disequilibrio.

Ma quale sarà ella questa macchina animale? Noi non la possiamo con certezza assegnare; ella si rimane totalmente occulta allo sguardo più sagace; noi non possiamo altro, che ravvisarne le proprietà, e da queste congetturarne in qualche modo la natura. Facciamoci pertanto ad esaminare ed a considerare attentamente le suddette proprietà.

Da tutti i fatti ed esperimenti fin qui esposti, e principalmente dalla necessità dell' arco applicato all' animale per ottenere le contrazioni, tre sembrano dover essere le proprietà essenziali, che aver debba una tal macchina; la prima, di contenere due elettricità contrarie tra di loro, positiva cioè l' una,

negativa l' altra, come pensa il Galvani, ossia la stessa elettricità in due differenti e contrari stati; l'altra, che è come una conseguenza necessaria della prima, di tenere essenzialmente e costantemente divise, ed isolate le suddette due elettricità (altrimenti non si avrebbe, nè si manterrebbe il necessario disequilibrio); la terza, di essere così tenace della sua elettricità, da non permetterne l'escita, che si renda sensibile colle contrazioni, quando questa elettricità non le sia al punto stesso, per mezzo dell' arco, restituita. Ora siccome queste proprietà sono pure le stesse caratteristiche ed essenziali o del quadro Frankliniano, o della boccetta di Leyden, così se in vista di queste, come è ben credibile, paragona il Galvani la macchina animale ad una boccia di Leyden, io sarei forte inclinato al suo sentimento; come anche ad accordargli, che, per una certa esterna simiglianza che aver sembra il muscolo congiunto al nervo piuttosto ad una boccia di Leyden, che a qualunque altro elettrico macchinamento, egli chiamasse il suddetto muscolo boccetta di Leyden animale: ma se per altre ragioni volesse egli così denominare il muscolo, e se massimamente per quella corrispondenza d'effetti che ha egli trovata tra l'eccitamento delle contrazioni muscolari e la comparsa del fiocco elettrico da una boccia di Leyden, nell' atto d' estrarre la scintilla dalla macchina elettrica, o da altra boccia carica, io non potrei allora venire sì facilmente nel suo sentimento, nè approvare l' ipotesi e la denominazione sua; potendosi questa corrispondenza d' effetti forse egualmente bene spiegare pel colpo che i moderni fisici chiamano di ritorno, coll' urto meccanico del quale venga stimolato il nervo, e quindi posta in azione l' elettricità animale.

So che è sembrata ad alcuni questa ipotesi della boccetta animale, erronea ed insussistente per altre ragioni ancora; e segnatamente perchè questa supposta boccetta animale mostra alcune proprietà, a prima vista totalmente diverse da

quelle della boccia di Leyden; come, per esempio, il render maggiore l' attività delle armature se sono eterogenee, e dell'arco parimente eterogeneo, e così pure il manifestarla meglio in certi metalli, che in altri; la durata inoltre delle contrazioni a un tempo sì lungo, morto l' animale, e in conseguenza tolto ogni adito a nuovo afflusso di elettricità, e quindi a nuova carica; l' ottenersi replicatamente le contrazioni, ossia le supposte scariche, immerso eziandio l'animale tutto sott'acqua; e varie altre proprietà, che certamente non si riscontrano nella boccia di Leyden. Ma tali ragioni, quantunque di molto peso, pure non sembrano render vana e mal tenentesi la detta ipotesi. Mentre, in primo luogo, d' uopo sarebbe che la supposta boccetta animale fosse in tutto la stessa che l' artifiziale dei fisici, il che non credo che abbia mai preteso il Galvani; ed anzi sembra che tal boccetta esser debba un particolar lavoro della natura, e in conseguenza debba essere formata con particolari maravigliosi artifizi, assai superiori a quelli che giammai sappia, e possa inventar l' arte nella formazione della sua. In secondo luogo, questa differenza di proprietà, almeno relativamente a molte, ella è piuttosto supposta che provata; perchè, quand' hanno mai i fisici, ch'io sappia, sperimentato nella loro boccia se le scariche sieno più forti essendo le armature eterogenee, che omogenee? Se l'arco abbia più efficacia eterogeneo, che omogeneo? Se vaglia più d' argento, per esempio, che di ferro? Se sia più attivo composto di più pezzi, che di un solo? Il conduttore della lor boccia è stato spalmato mai fino all' armatura esterna, come suppone il Galvani nella boccetta animale, di qualche materia coibente? Questa materia stessa l'hanno poi bagnata esternamente d' alcun fluido acquoso, lasciandovi a bella posta alquante sottilissime rime, onde porre un qualche benchè difficile commercio tra essa e il conduttore? Io non azzarderò già di asserire, che sì fatte proprietà, adoprati tali artifizi,

abbiano assolutamente a rinvenirsi tutte nella boccia de' fisici; dirò bene, che, fin a tanto che gli esperimenti non abbiano messo in chiaro il fatto, non le si possono giustamente negare, e che perciò l' argomento tratto dalla mancanza in essa di queste proprietà non contrasta punto alla ipotesi del Galvani, o sembra almeno per ora di poca forza. Animerei bensì i fisici a rintracciare, cogli esperimenti sulla boccia di Leyden, le accennate proprietà, ed a costruire altre boccie, d' altre materie coibenti, d' altra forma, con altri artifizi dai fin qui usati, e questi per quanto si può tali, che più da vicino imitassero la detta boccetta animale. Il signor dottor Aldini ha già intrapresa una tal serie d' esperimenti, alcuni de' quali mostran fin d' ora quell'analogia che ha immaginata il signor Galvani, e la Fisica ne saprà a lui grado, come gliene sa d' altri ingegnosi sperimenti su l' elettricità animale, perchè l' arricchirà di nuove scoperte, e forse di nuove proprietà della boccia.

Ma che sia della struttura e forma della macchina elettrica animale, e della sua simiglianza piuttosto ad uno che ad altro elettrico macchinamento, tornando alla considerazione delle tre sopraccennate proprietà, di cui dicemmo dovere una tal macchina andar fornita, è fuori d' ogni dubbio che esse riseggono nell' animale indipendentemente da qualunque artifizio: il che, quantunque sia stato bastantemente provato dagli esperimenti, e dalle ragioni di sopra indicate, tuttavolta vien posto in pienissima luce dalle seguenti riflessioni, e dai seguenti esperimenti. Imperocchè paragonando le proprietà e le leggi dell' elettricità, che induce queste contrazioni, colle proprietà e leggi di quella, che produce la scossa della torpedine, dell' anguilla del Surinam, e di altri simili animali, si troveranno assolutamente in tutto le medesime, e singolarmente la legge dell' arco: la sola differenza tra queste due elettricità sembra essere nel grado, non essendo la fin qui esposta elettricità

animale di tanta energia da darè la scossa, come fa quella della torpedine; mentre l' altra proprietà di tramandare luce, di cui si credeva mancare, si può agevolmente dedurre dagli stessi ingegnosissimi sperimenti del signor Volta, fatti ultimamente nell'occhio umano (*a*). La differenza però di grado non stabilisce differenza d' indole e di natura: convien dunque asserire, essere queste due elettricità di una stessa maniera, come già notò il Galvani; e siccome nessuno ha mai negato, essere quella della torpedine propria dell' animale, e propria in modo da contenere le stesse tre su indicate proprietà, con qual giusta ragione potrà ciò negarsi, relativamente all' elettricità animale di cui parliamo?

(*a*) Gli esperimenti del Volta, ai quali l' Autore si riferisce in questo luogo, sono quelli su la *sensazione della luce, del lampo o chiaror passeggiero entro l' occhio*, la quale avete nell' indurre a contatto immediato due armature dissimili, l' una applicata debitamente al bulbo di un occhio, e l' altra tenuta in bocca, o applicata all' altro occhio, sensazione che si prova pure se una scarica elettrica qualunque, ma bastantemente forte, attraversi qualche parte della testa. Una tale sensazione nasce senza fallo (come primo notò il celebre scopritore della medesima) dall' irritazione, o dallo stimolo della corrente elettrica sul nervo ottico, il quale, nel passaggio di essa da una parte all' altra dell' occhio, resta più o meno investito dalla medesima (V. Giornale Fisico-Medico del Dottor Brugnatelli, Novembre 1792, pag. 192; oppure Collez. dell' Opere del Volta, Tom. 2.° Par. 1.ª, pag. 163 – 164). Or ciascuno di leggieri giudicherà, che l' acuto Autor nostro avrà guardata la cosa ben di volo, o significate le sue idee su di ciò molto ambiguamente, nel lasciarsi sfuggire, che da siffatti esperimenti si potesse *agevolmente dedurre* che l' elettricità messa in moto nei medesimi, e in tutti i suoi esperimenti eseguiti coll' applicare l' arco e le armature metalliche alla rana, avesse la proprietà di *tramandare luce*. Ma si vedrà più avanti, verso il fine del consecutivo Capo X.°, e massime verso quello della terza Memoria allo Spallanzani, che l' Autore su di ciò si corresse da se medesimo, col toccare di nuovo del suddetto fenomeno del *lampo* elettrico ec.

prof. Gherardi.

Ma venendo agli esperimenti, si faccia la solita preparazione del Galvani, indi si tuffi in una forte soluzione di sal marino il canal vertebrale co' suoi congiunti nervi; vi si lascino, fino a tanto che incomincino ad eccitarsi vibrate ed irregolari contrazioni dei muscoli; si traggano allora fuori dell' acqua le predette parti; si prenda indi l' animale per un piede, e si lasci libero e pendolo l' altro piede, capovolgendo il tronco; poscia si diriga il medesimo tronco in modo, che il canal vertebrale coi nervi crurali, ben separati da qualunque altra parte sino all' inserzion loro nelle coscie, pendano paralelli alla parte laterale esterna delle coscie medesime, senza punto toccarle in alcun luogo; il che acciò più facilmente avvenga, giova non poco, nel fare la suddetta preparazione, il tagliare le due ossa laterali, che corrispondono alle due ossa degl' ilei, in modo, che una non piccola lor parte rimanga eminente sopra le coscie, e sopra tali ossa collocare i nominati nervi crurali come sopra una troclea: così disposte le cose, o si dondoli il preparato animale finchè la spina venga a contatto dei detti muscoli esterni, o si alzi la spina stessa con un corpo qualunque, anche coibente, e si allontani dai medesimi muscoli, indi si lasci tutto ad un tratto cadere su gli stessi; in ciascuno di questi due casi vedransi comparire le contrazioni muscolari, ed alzarsi la gamba nell' atto del contatto di esso canal vertebrale colla superficie dei proposti muscoli, e spesso fare una specie di cariglione elettrico animale, in tutto simile a quello, che propose il Galvani nel suo Commentario, quando applica gamba, e spina del dorso armata ad un piano d' argento, od anche di mercurio, o di stagnetta distesa su d' un piano di vetro, come ho io pure osservato varie volte (pag. 82, Tab. VI., fig. 11).

Talora succede parimente il fenomeno spingendo destramente con un corpo qualunque, anche coibente, il canale verso i muscoli, fintanto che arrivi a contatto de' medesimi. Si

ottengono eziandio alcuna volta le contrazioni per mezzo dell' arco formato dalla suddetta soluzione salina; il qual arco si forma immergendo il canal vertebrale e parte dei nervi nella stessa acqua, e poi colla mano, che tien sospesa una delle due coscie, dirigendo destramente l' altra coscia in modo, che, poggiandone la gamba sull' orlo del vaso, giunga dessa cogli esterni suoi muscoli a contatto dell' acqua medesima. Tali contrazioni, nate da simil arco, non però si possono eccitare molto tempo dopo la preparazione dell' animale, e la comparsa degl' indicati moti della prima immersione. Oltre queste contrazioni, altre ne nascono dipendentemente da qualche alterazione fatta nei nervi dallo stesso sal marino sciolto nell' acqua, le quali però si distinguono assai bene dalle prime, mentre sono irregolari, spontanee, rade volte contemporanee al toccamento del nervo col muscolo, e rade volte di tale efficacia, che facciano ascendere e discendere, a modo di cariglione elettrico, la gamba dell' animale. Queste contrazioni, dipendenti dalla detta alterazione, possono però rendere a taluno equivoco l' esperimento, non essendo poi sì facile per tutti il distinguerle dalle altre.

A togliere dunque ogni dubbio, ed anche ogni sospetto di ricercato artifizio, proporremo un altro sperimento assai più facile e semplice, e più sicuro ancora e convincente, quale a me replicatamente è riuscito nella scorsa estate alla presenza di dotti fisici: l' esperimento è il seguente. Si prepari la rana nella stessa maniera; si taglino i nervi crurali presso l' inserzion loro nel canal vertebrale, indi, senza immergerli in alcuna soluzione e indurre in loro la minima alterazione, si facciano tosto pendere, come nel primo esperimento, dal preparato ossetto; poi si facciano toccare, come prima, le parti laterali della coscia, cioè, o alzandoli con un corpo coibente e poscia lasciandoli cadere sopra la coscia, oppure col detto corpo spingendoli ad un blando contatto, ed in un punto solo,

se fia possibile, del muscolo: sul momento del contatto vedrannosi comparire le contrazioni in ambe le gambe, e non senza maraviglia si vedrà quella, che si restava pendola, innalzarsi alcun poco; tali contrazioni si ottengono quasi sempre quattro ed anche più volte, in ogni rana che sia di fresco preparata e ben vegeta, e più costantemente se sia di non mezzana grandezza, riuscendo in questa più facile lo sperimento, per la maggior lunghezza de' nervi. È pur anche da notare, che il fenomeno succede ancora, sebbene alle volte più languidamente, quando uno solo de' due nervi si porti al contatto della sua corrispondente coscia, nel qual caso le contrazioni, come è chiaro, si ottengono solamente in quella parte. Questo esperimento non è solo più facile e più semplice del primo, ma è eziandio (ciò che interessa maggiormente) decisivo, a mio giudizio. Il che per dimostrar più chiaramente, mi sia lecito di fare alcune riflessioni su d' ambedue i riferiti esperimenti. E incominciando dal primo, in esso niuna armatura metallica, niun corpo vi concorre, che, per ragione del molto flogisto, come il carbone, attrar possa il fluido elettrico estrinseco; dunque un tal fluido si contiene nell' animale, e vi si contiene naturalmente in disequilibrio, e colle suaccennate proprietà.

Sembra che il sal marino unito all' acqua non possa agire nelle accennate contrazioni, quelle nate cioè dal toccamento dei nervi o del canal vertebrale coi muscoli, se non che come miglior conduttore del fluido elettrico animale, di quello che lo sieno i naturali umori: nè pare certamente poter ciò fare il predetto sale per una specie di armatura che egli somministri al nervo, e non altrimenti al muscolo; mentre succede il fenomeno, non solo immersa nella stessa soluzione la spinal midolla, ma immerse eziandio le gambe, e conseguentemente i muscoli. È ben vero però che allora esso succede più difficilmente, e meno sensibilmente; ma io ciò ascriverei, piuttosto

che ad alcun' altra ragione, ad una certa alterazione, ossia rigidità che acquistano i muscoli tenuti in detta soluzione, per la quale più difficilmente possono venire a più stretto contatto tra se le parti integranti degli stessi. Ma forse a render ragione delle contrazioni, che succedono quando i nervi egualmente che i muscoli s' immergono nella stessa soluzione, non mancherebbe qualche sottigliezza a' fautori dell' eterogeneità delle armature, i quali, non potendo negare l' identità del fluido, potrebbero negare l' identità dell' effetto nei nervi, e nei muscoli; e supponendo che il medesimo sal marino alterasse in una maniera i nervi, in un' altra i muscoli, potrebbero forse sostenere tuttavia l'opinion loro, considerando queste diverse alterazioni come diverse armature. Ma ciò che sembra distruggere affatto questa loro ipotesi, è il secondo esperimento; in questo nè v' ha armatura di sorte alcuna, nè vi si può ragionevolmente supporre; nulla v' ha che possa distribuire diversamente e disequilibrare l' elettricità, se non lo è già dessa naturalmente per mezzo della macchina animale, prima che i nervi vengano a contatto coi muscoli.

Quest' esperimento però sì convincente, relativamente alle armature, è poi egli tale, potrebbe dir qualcuno, per escludere ogni sospetto di elettricità estrinseca somministrata dalla mano che sostiene l' animale? Questa difficoltà potrebbe aver luogo, quando il fenomeno non succedesse egualmente tenendo l' animale sospeso con qualche corpo coibente, e conducendo pure con simil mezzo il nervo a contatto de' muscoli. Sembra dunque essere un' elettricità intrinseca, naturalmente disequilibrata, e tutta propria dell' animale, quella che produce le suddette contrazioni.

Ma a convincersi anche più di questo, si carichi o l' animale, o l' arco, di qualunque natura e specie egli siasi, dell' elettricità estrinseca della macchina, oppure dell' atmosfera, o si spogli in vece or l' uno, or l' altro di quella elettricità, che

hanno comune cogli altri corpi, o in fine si tenga immerso tutto, o in parte l' apparato nell' atmosfera di una macchina elettrica: ciò fatto, si ripetano tutti gli esperimenti fin qui proposti, e vedrassi chiaro, che niuna differenza, niuna mutazione vi ha o nel grado, o nella prontezza, o nella durata delle contrazioni; bensì ne insorgeranno alcune, nel caso che sia caricato l' arco o l' animale, ma sotto condizioni e leggi totalmente diverse. In fatti le contrazioni nate, ad esempio, per mezzo di un arco carico a bella posta di elettricità della macchina o dell' atmosfera, ed applicato al nervo, oppure al muscolo, non altrimenti elettrizzati, si eccitano immediatamente alla prima applicazione di una sola estremità dell' arco suddetto, che è lo stesso che dire, al primo contatto di una parte qualunque di esso arco con un solo luogo dell' animale; laddove, per l' opposto, le contrazioni eccitate per mezzo di un solo e semplice arco non elettrizzato non insorgono mai all' applicazione di una sola delle sue estremità, ma bensì solo all' applicazione della seconda, ossia non insorgono ad un sol contatto fatto in un solo luogo dell' animale, ma richieggono due contatti in due luoghi distinti. Le prime, dopo comparse alcune poche volte, non più si manifestano, queste le molte e moltissime volte; quelle, se si tocchi l' arco elettrizzato con qualche corpo deferente prima d' applicarlo all' animale, mancano totalmente, queste si producono egualmente e costantemente, si tocchi, o no l' arco col suddetto corpo: vale lo stesso toccarlo una volta che cento; che sia, prima d' usarlo, isolato, o non isolato; lo stesso se sia circondato dall' aria, che immerso nell' acqua. Le stesse differenze si osservano se, in vece dell' arco, si carichi d' elettricità l' animale. Lo stesso parimente succede se si usi nell' uno l' elettricità positiva, la negativa nell' altro. Sono dunque tutti questi fatti, e le qui indicate differenze nuove prove, a mio giudizio, assai chiare e convincenti, che l' elettricità, d' onde nascono le contrazioni eccitate

cogli artifizi e del signor Galvani, e nostri, è una elettricità totalmente distinta dalla estrinseca comune, e tutta propria dell' animale, in cui per necessità deve stare raccolta e distribuita entro una macchina, analoga assaissimo alla boccia di Leyden; il che l' ultimo sperimento a preferenza degli altri sembra provare ad evidenza, succedendo in esso, col condurre il nervo su la coscia, quello che nella boccia succederebbe, se se ne ripiegasse l' uncino fino al contatto dell' esterna snperficie; e mancando nello stesso sperimento le contrazioni, qualora il nervo si conduca a contatto de' muscoli di un altro animale, in quella guisa stessa che mancherebbe l' effetto, se l' unciuo di una boccia fosse portato a contatto della superficie esterna di un' altra separata.

Ma potrebbe taluno addimandare, obbiettando: senza tanto apparato di cose, senza tante congetture ed ipotesi, perchè non sarebbe lecito attribuire tutti i fenomeni, fin qui riferiti, alla sola differente capacità tra nervo e muscolo, per la quale, restando naturalmente la pura e semplice elettricità comune contenuta nel muscolo in un cumulo e in uno stato differenti da quelli del nervo, ci avesse tra queste due parti un naturale e costante disequilibrio di elettricità, e quindi ne nascessero le contrazioni, allorchè, o mediante l' arco, o il contatto della estremità del nervo col muscolo, la detta elettricità si trasferisse dall' uno all' altro per comporsi finalmente, giusta il suo genio, ad equilibrio in ambi? Non è forse la struttura e la tessitura del nervo totalmente differente da quella del muscolo, e non ne deve perciò essere totalmente dissimile ancora la capacità? Non si hanno forse le contrazioni senza alcun artifizio, siccome ne mostrano i riferiti esperimenti, solo che l' estremità del nervo reciso tocchi il muscolo? Non è ella pertanto questa teoria semplicissima, e appoggiata totalmente al fatto ed alla osservazione, senza mescolamento di alcun' ipotesi? Non è ella forse oggi giorno la

dottrina delle capacità totalmente chiara, e bastantemente dimostrata?

Ma dove, chieggo io in primo luogo, avvi la supposta differenza di capacità, qualora io applico un solo e semplice arco allo stesso nervo? Eppure si ottengono le contrazioni, egualmente che se io adatto il medesimo arco a nervo ed a muscolo. Faccio poi, in secondo luogo, la seguente semplicissima riflessione. O questa dottrina delle capacità si vuole usata nel senso del celebre Crawford; ed allora, perchè non nascono egualmente le contrazioni applicando l' arco al nervo di un animale ed al muscolo di un altro, o al nervo del medesimo animale ed al suo muscolo corrispondente quando l' uno sia reciso e separato dall' altro? Perchè non si svegliano, toccando col nervo di un animale il muscolo di un altro? In tutti questi casi vi avrebbero pure le accennate differenti capacità, e, trattandosi del nervo e muscolo divisi, vi avrebbero pure quelle stesse capacità che aveansi prima del taglio e della separazione? eppure niuna contrazione osservasi giammai. O vuolsi poi questa dottrina Crawfordiana modificata e mutata in modo, che questa differente capacità, e il disequilibrio di elettricità che ne dipende, vengano riferiti allo stesso animale, ed al solo nervo e muscolo uniti naturalmente, e d' uopo vi sia, per porre in equilibrio l' anzidetta elettricità, o dell' arco artifiziale, o della indotta comunicazione immediata o mediata del nervo col suo corrispondente muscolo, che è lo stesso che dire, vi abbisogni una specie di arco naturale; ed allora, dimando io: qual differenza vi ha tra questa ipotesi delle capacità, e quella della boccetta di Leyden proposta dal Galvani? Qual vantaggio ottiene sopra di questa, anzi come non ne è di gran lunga inferiore? Mentre l' ipotesi della boccetta parte da principii dimostrati in Fisica, da fatti incontrastabili, laddove quella delle capacità è appoggiata ad una teoria, la quale quantunque, applicata al fuoco, sia tenuta

dai fisici molto verisimile, resta però incerto se ella sia tale, applicata parimente al fluido elettrico. E quand' anche sembrasse comprovata dagli esperimenti relativamente agli altri corpi e a molti altri fenomeni, relativamente però ai corpi animali ed ai fenomeni de' quali ora trattiamo sembra, se non dimostrata insussistente, almeno dubbia di molto; imperciocchè in questi l' elettricità non obbedisce ai soli e semplici contatti, siccome porterebbe la suddetta ipotesi e proverebbero gli esperimenti proposti in conferma della medesima, ma obbedisce soltanto all' azione dell' arco, come esige la natura della boccia di Leyden. Poi chi non vede, che, onde valersi della teoria delle capacità per ispiegare le contrazioni, non basta che le capacità del nervo e del muscolo sieno differenti, ma d' uopo è altresì, che s' induca o nel muscolo o nel nervo una mutazione di capacità, per cui l' uno sia costretto o a dare all' altro, o a ricevere dall' altro qualche elettricità? Ora, come la semplice applicazione dell' arco, la quale sveglia tanto più facilmente le contrazioni quanto più leggiermente e in un minor numero di parti è fatta, può ella indurre tale mutazione di capacità? Come può indurla il solo e semplice leggierissimo contatto del nervo col muscolo?

Le differenti capacità pertanto considerate, secondo la teoria de' fisici, tra nervo e muscolo non sembrano avere parte alcuna nei fenomeni fin qui riferiti. Ma neppur sembrano avervi luogo le differenti capacità dei corpi conduttori eterogenei applicati all' animale; mentre se ciò fosse, allorchè l' animale preparato, con una sua estremità (per esempio colle zampe) fosse collocato sovra un corpo conduttore (come sopra il mercurio, lo stagno ec.), coll' altra, ossia colla spina del dorso, sopra un altro corpo totalmente dissimile (come sopra l' argento, il ferro ec.), nell' atto dell' applicazione dell' animale sovra i detti corpi dovrebbero certamente nascere le contrazioni, qualora si concedesse, che, al semplice contatto, si cangiassero

le capacità, oppure, non variando queste, dovessero bastare solamente i contatti; poichè, facendo in tal caso l' animale le veci di arco conduttore pel quale trasferire dovrebbesi l' elettricità dall' un corpo all' altro per porsi in equilibrio, sarebbe di certo costretta ella a passare pei nervi, e quindi, irritandoli, ad eccitare le contrazioni ne' muscoli a modo di stimolo. Così pure queste dovrebbero sicuramente mancare se, dopo avere applicato ai suddetti corpi l' animale nella maniera indicata, si toccassero i medesimi corpi coll' arco metallico, oppure si mettessero ad uno scambievole ed immediato contatto; imperciocchè, l' arco trasferendo allora l' elettricità dall' uno dei detti corpi all' altro, ella non più per equilibrarsi passerebbe per l' animale, e in conseguenza i preparati nervi di questo punto non sarebbero tocchi dalla medesima: eppure tutto all' opposto succede; niuna contrazione mai si eccita nel primo caso; insorgono le contrazioni costantemente nel secondo ad ogni applicazione di arco, o ad ogni nuovo contatto tra le sue parti. Convien dunque confessare, che neppure le differenti capacità dei corpi che si applicano all' animale, in qualunque maniera esse si considerino, sono atte a produrre un tale disequilibrio, per cui ne nascano le contrazioni. Sarà d' uopo pertanto abbandonare questa teoria delle capacità, ed appigliarsi piuttosto a quella della boccia di Leyden, come alla più coerente ai fenomeni di cui si tratta, ed alle conosciute e stabilite leggi dell' elettricità.

CAPO X.

Riflessioni su di alcuni esperimenti e alcune obbiezioni.

Tra gli esperimenti che sembrano, a prima vista, maggiormente opporsi alla ipotesi del signor Galvani, e favorir l' opinione poc' anzi accennata del signor Volta, uno è certamente quello che fece lo stesso Volta, che in una sua Lettera comunicò al signor Aldini, e che ora noi brevemente riferiremo. L' esperimento è il seguente. Si sventri la rana, poi si isolino i nervi crurali dal rimanente del corpo dell' animale, in guisa che gli arti inferiori restino appesi al tronco per mezzo di questi due soli nervi (questi arti poi, e tutto l' animale sieno coperti de' loro naturali integumenti); indi si trapassi con un uncino d' argento nn piede anteriore, e con un altro in tutto nguale un piede posteriore; si prenda poi un pezzo di stagno cd un altro simile d' argento, e questi si tengano uno per mano; sieno le mani umide di acqua; poi si mettano a contatto questi due pezzi a guisa d' arco, e così tennti, si applichi un' estremità di questo arco ad un uncino, l' altra all' altro: se gli uncini saranno ben simili, e si toccherà il solo metallo senza toccare alcuna parte umida dell' animale, non si avrà mediante questo arco metallico benchè eterogeneo e dimostrato in tant' altri esperimenti il più efficace, non si avrà, dissi, la menoma contrazione dell' animale. Non più si tengano nniti tra di loro i due metalli, come prima, ma si disgiungano coll' allargar le mani, indi si applichino nella stessa maniera agli uncini; ecco ben tosto le contrazioni prontissime e vivaci. Or chi non vede che il primo arco è più breve e tutto metallico, l' altro più lungo e parte metallico parte animale, siccome quello che vien composto dai

due metalli, e dalle braccia con una parte di tronco dello sperimentatore? Chi non ravvisa nel primo un' attitudine di gran lunga maggiore di quello sia nel secondo? Eppure per mezzo di quello niuna contrazione, molte al contrario e grandi per mezzo di questo. Non è dunque l' elettricità dell' animale, dice il signor Volta, quella a cui, nello scorrere che fa da nervo a muscolo, ossia da una parte dell' animale all' altra, si debbano le contrazioni, ma bensì è l'elettricità comune; mentre nel primo caso dell' arco unito non si ottengono le contrazioni, perciocchè l' elettricità cacciata, mediante lo stagno, dalla mano che lo tiene, passa pel tronco dello sperimentatore all'altra mano, e da questa all' argento che, secondo lui, la riceve, e così ritorna per circolo e per la via più breve allo stagno, senza essere costretta a passare pei nervi dell' animale e stimolarli; laddove nel secondo caso, qualora cioè i metalli sono disgiunti, è forza ch' ella per ritornare alla primiera mano passi assolutamente pei medesimi nervi. Qual meraviglia pertanto che si mostrino immobili i muscoli nel primo esperimento, si movano con tanta prontezza nel secondo?

L' esperimento è bellissimo, e sembra dimostrativo; pure non resta per questo molto lesa la supposizione del Galvani dell' esistenza ed azione dell' elettricità animale in queste contrazioni: primieramente, perchè l' esperimento non è costante; ed io non poche volte, e meco chiarissimi letterati abbiamo veduto eccitarsi le contrazioni nella rana preparata, ripetuto l' esperimento dell' arco unito, e serbate rigorosamente tutte le cautele prescritte dall' autore: in secondo luogo, si ottengono eziandio le contrazioni servendosi, in vece di un pezzo di stagno e di un altro d' argento, di due pezzi ambidue di stagno o di argento, massimamente se nei punti ove si toccano reciprocamente sieno bagnati di acqua o di altro fluido deferente: finalmente, si hanno le contrazioni affidando ancora gli stessi due pezzi di metallo, non alla mano dell' uomo, ma a

due corpi coibenti, come due cilindri di vetro o di cera lacca; ciò che esclude ogni supposto giro, ed ogni supposta azione della elettricità scacciata, per forza de' metalli, dalla mano.

Ma d' onde nasce questa diversità di esito in questo stesso sperimento? Io porto opinione che da questo principio singolarmente nasca, che la elettricità animale, secondo propose il Galvani pel primo, ed io poi in seguito ho costantemente osservato, non è capace di passare per una benchè minima interruzione del corpo deferente, e quindi stenta a passare, o non passa assolutamente da un corpo ad un altro, se questi due corpi non sieno tra di loro ai più perfetti e intimi contatti: onde l' esito felice degli esperimenti, usando più corpi per conduttori, dipende dal toccarsi questi a vicenda in modo, che i contatti sieno per quanto si può maggiori. Ora siccome nè sempre si hanno, nè si possono avere questi tali intimi e perfetti contatti nell' applicazione di un corpo all' altro in qualunque punto, così non sempre si ottiene il medesimo effetto, ed una volta riesce bene l' esperimento, un' altra no.

Questa differenza di contatti sì facile a succedere e spesso, direi quasi, inevitabile, anche usata tutta l'industria, credo che sia stata la cagione del diverso esito dello sperimento tra il signor Volta e me; e tanto più son portato a crederlo, quanto che ho trovato le molte volte, che, ove al contatto dei due metalli tra di loro e dei metalli cogli uncini manchino le contrazioni, queste si ottengono sol col bagnare i punti di contatto con acqua, o con saliva; l' acqua o la saliva, che son pur sostanze deferenti, riempiendo i vani del metallo benchè menomi, fanno sì, che i contatti riescano più perfetti e di numero maggiore, e quindi facilitando il passaggio dell' animale elettricità la rendono atta a produrre l' effetto, ossia le contrazioni.

Sembra adunque la mancanza delle contrazioni, nel caso del signor Volta, più un effetto di ostacolo posto al passaggio

dell' elettricità animale, per la imperfezione dei contatti tra i due metalli, di quello che una mancanza di giro dell' elettricità della mano dello sperimentatore pei nervi dell' animale, come porta l' opinion sua. Non par dunque distrutta, anzi vie più sembra confermata da questi esperimenti e dalle accennate ragioni la illazione del Galvani di una elettricità esistente nell' animale e tutta sua propria, al cui genio ed alla cui sola forza è dato di far quel giro, che vorrebbesi fatto, per la virtù de' metalli, da una elettricità puramente estrinseca e comune a tutti i corpi umidi. Egli è bensì vero, che le contrazioni sono d' ordinario più facili a succedere e più forti, qualora si toccano gli uncini cogl' impugnati metalli disgiunti, di quel che lo sieno quando si toccano coi medesimi tra di loro uniti, quantunque in questo caso sia l' arco più breve e composto di soli metalli, nell' altro più lungo e composto di metalli e di sostanza animale; ma tale maggior forza e facilità di contrazioni nascer potrebbe dal miglior arco che si presenta, sia per la maggiore di lui eterogeneità, sia perchè quando l' arco si compie dai due soli metalli tra di loro uniti, questa unione o questo adattamento è molto più imperfetto di quello de' metalli colle mani. Quando mai non potesse aver parte nella differenza di queste contrazioni la duplicità degli archi nell' un caso, l' unità nell' altro; mentre quando i metalli sono portati a contatto dalle mani, allora si presentano da considerare due archi, uno formato dai due metalli applicati all' animale, l' altro dagli stessi due metalli e dalle mani col tronco di chi li stringe; laddove egli è uno solo l' arco quando i metalli sono disgiunti: quella duplicità poi di archi potrebbe indebolire la forza dell' elettricità animale, e quindi rendere minori le contrazioni. Ma noi lascieremo il decidere questo ai dotti fisici. A noi basta aver mostrato la differenza di arco tra il primo e il secondo caso, onde si possa dedurre la differenza delle contrazioni, posta ancora la sola elettricità animale.

Un altro simile esperimento avrebbe potuto portare il signor Volta, che, a prima vista, sembra esso pure facilmente spiegarsi nell' ipotesi sua, e per niuna maniera nell' ipotesi del Galvani, quantunque poi, bene esaminata la cosa, anche in questa si spieghi con facilità e molta coerenza ai stabiliti principii. L'esperimento è il seguente. Si prenda una rana preparata alla maniera del Galvani, e si divida nell' unione delle coscie così, che venga ciascun arto diviso in tutto il suo tratto e separato dall'altro, e solo rimangano ambi, mediante i loro nervi rispettivi, pendenti dalla spina del dorso. Fatta una tale preparazione, si applichi un arco d' argento ai loro piedi, un de' quali sia armato di foglia di stagnetta; vedrannosi tosto svegliate le solite contrazioni. Si uniscano indi ad arte, e si pongano a contatto le disunite coscie nel luogo del taglio; si rinnovi l'esperimento; rimarranno inerti ed immobili i muscoli, niuna contrazione insorgerà. Or da che nasce sì strano cangiamento di cose? Dall' elettricità, dir potrebbe il signor Volta, mossa e cacciata dal piede in cui è l' armatura di stagnetta, e posta in giro per venir all' argento, e ritornare allo stagno, nel qual giro è costretta di passare pei nervi nel primo esperimento, ma li sfugge nel secondo, passando, in questo, immediatamente da una coscia all' altra, e per queste come per un cammino ed un circolo più breve facendosi strada all' argento, ed indi allo stagno donde partì. Or nell' ipotesi del Galvani, potrebbe chiedere il prelodato autore, perchè non si ottengono le contrazioni in ambedue i casi? Vi ha pur arco sì nel primo che nel secondo, deve pur essere ugualmente invitata la elettricità dalla forza dell' arco in ambedue gli esperimenti? Io pregherò per altro il suddetto chiarissimo autore di venir meco considerando la diversità dell' arco, e la diversa applicazione sua nei due casi: considerate le quali, egli vedrà che la spiegazione della differenza dell' esito dell' esperimento è facile e quanto mai coerente all'ipotesi

del Galvani. Mentre, quando io applico l'arco all'animale, essendo disgiunti gli arti, bisogna riguardare per arco eccitante le contrazioni, non il solo arco metallico, ma l'arco metallico colla coscia e col nervo di ciascun arto. Di modo che torna lo stesso allora, che se io avessi un arco eterogeneo composto di una porzione di nervo, di una porzione di muscolo, e di una porzione di metallo, e queste disposte in guisa, che la porzione nervosa, per esempio, fosse un' estremità del detto arco, l' altra estremità fosse formata dalla porzione metallica, ed applicassi quest'arco con un estremo, per esempio colla porzione nervosa, al nervo, coll'altro estremo, cioè colla porzione metallica, al muscolo: con tal arco si ottengono senza dubbio le contrazioni in un animale vegeto; dunque, ben ponderate le cose, deve accader lo stesso nel primo esperimento. In questo, ciascun arto col suo nervo e metallo non forma un simil arco? L' unione dei nervi colla spinal midolla non mette come a contatto la porzion nervosa di uno di questi archi con un nervo crurale, e l' arco metallico con cui si toccano i piedi non è la parte metallica di quello stesso arco portata a contatto coi muscoli corrispondenti a questo medesimo nervo? E l' uffizio che all' una gamba si è assegnato di servir da arco all' altra, perchè non dovrassi attribuire anche alla seconda in riguardo della prima? Or se è così, qual meraviglia adunque che si eccitino le contrazioni in ambedue le gambe? Si avrà forse per ipotetica l' applicazione già detta dell' un nervo coll' altro, mediante la spinal midolla? A togliere questo dubbio, si tagli per metà essa spinal midolla, indi ad arte si riuniscano le parti divise, e si rifaccia l' esperimento; ecco le contrazioni, come prima della divisione. Lo stesso avviene se si taglino i nervi crurali presso l' inserzion loro nella spinal midolla, indi si mettano a contatto tra di loro le tagliate estremità. Tutto è dunque fin qui coerente al fatto ed alla teoria: ora veggiamo se lo sia egualmente nel secondo esperimento.

Qualora, messe a contatto le coscie, applico l' arco ai piedi, formo per ciascuna gamba come due archi, uno artifiziale ed eterogeneo, composto cioè del detto metallo e dell'una coscia, l'altro naturale e superiore, composto cioè del nervo e di parte della stessa coscia: ciò posto, ecco come nell' ipotesi del Galvani riesce chiara e facile la spiegazione. Il primo arco, benchè di natura sua molto attivo, pure niuna contrazione eccitar deve, perchè applicato con ambe le estremità a parti muscolari, coll' una cioè ad una coscia (nel punto della unione di ambe le coscie), coll' altra al suo piede corrispondente: niuna parimente ne deve eccitare l' altro, perchè essendo egli totalmente simile al naturale, a quello cioè che formano le coscie naturalmente unite, non potrà alterar punto il sistema dell' elettricità animale, e in conseguenza quello dei muscoli; tutto si rimarrà nello stesso stato in cui era prima dell' applicazione dell' arco artifiziale ai piedi. Ma potrebbe dir taluno: questi due archi divisati sono pur uniti nel luogo del contatto delle coscie? dunque si possono considerare come un arco solo composto di nervo, di coscia, di metallo, ed applicato alla coscia e al nervo opposti: or per qual ragione un simil arco, che, secondo il Galvani, deve essere efficace perchè eterogeneo ed applicato a nervo ed a muscolo, non produce egli effetto alcuno? Eccone la ragione. Volendo considerare questi due archi per un solo, convien però riconoscere in esso una particolar forma, avendo quest' arco, oltre le due note estremità, una produzione nel mezzo, che vien come a formare un'altra estremità. Ora se si componga un simil arco di metallo, e si applichi all' animale in modo, che l' una delle sue estremità si adatti al nervo, e la produzione o estremità di mezzo ai muscoli, nascono a questa prima applicazione le contrazioni, essendo questo un arco assai più efficace del naturale; ma quando poi si adatti la terza al piede, avendo riguardo di non smuover punto dai loro contatti le due prime,

niuna contrazione si eccita, perchè quantunque questo sia un solo e continuato arco che va dal nervo al muscolo, pure coll' applicare la terza estremità torna lo stesso come se si applicasse immediatamente un solo e semplice arco ai soli muscoli, il che vien comprovato dal fatto, ed è analogo alla teoria della boccia di Leyden; mentre qualora io applico la terza estremità ai muscoli, dopo di aver applicato le due prime, una al nervo, l' altra ai muscoli, si è già messa in equilibrio l' elettricità della parte interna del muscolo coll' esterna, e in conseguenza niuna contrazione ottener si deve: in quella guisa che, se io applicassi un simil arco nella stessa maniera ad una boccia di Leyden carica, col mettere a contatto la estremità di mezzo colla superficie esterna, e l' estremità superiore coll' uncino, otterrei la scarica, e inutil sarebbe per averla nuovamente, che applicassi la terza estremità di detto arco alla superficie esterna. Ecco pertanto come questo fenomeno, a prima vista, contrario alla teoria del Galvani, le è anzi quanto mai favorevole, essendo totalmente coerente a' suoi principii; e questi stessi quanto mai uniformi ai cogniti e stabiliti dai fisici; ciò che non so se possa dirsi egualmente dei principii proposti dal dottissimo signor Volta.

Ma passiamo alla disamina di altre difficoltà proposte dallo stesso celebre autore, tra le quali merita certo una particolar considerazione la seguente. Accordata eziandio l' esistenza dell' elettricità animale, è di sentimento il signor Volta, in una sua Lettera, che l' anzidetta elettricità, senza bisogno di alcun circolo, venga rimossa dall' equilibrio per l' azione delle armature metalliche, e determinata dalle medesime a quella parte dell' animale in cui esse scambievolmente si toccano quando fanno altresì le veci di arco, o sono tocche da un arco che loro si aggiunga. Or se, dirigendosi e trasportandosi l' elettrica torrente a tal parte, s' incontri nel suo cammino in alcun nervo, lo irrita, e da tale irritamento si pone in azione la

forza nervea, e da questa si eccitano le contrazioni. Posta la quale opinione, ognun vede che tutta l' azione della elettricità animale si ridurrebbe ad un puro meccanico stimolo, e verrebbe in conseguenza tolta ogni legge proposta dal Galvani di circolo della medesima, dipendente dalla macchina e struttura dell' animale, e quindi avrebbe presso che perduta ogni nuova dignità acquistata per le fatiche di questo medesimo autore, anzi sarebbe ridotta ad avere comune l' uffizio co' più semplici volgari corpi, come per esempio il legno, il ferro, il sale.

Ma questa ipotesi, benchè ingegnosa, sembra perder molto di valore e di probabilità se si rifletta, che si ottengono le contrazioni ancora senza l' uso di metallo nissuno. E poi, quand' anche venisse accordata, gli sperimenti fatti nell' animale vivente dallo stesso signor Volta sembrano opporsi assai ad essa, e favorir molto quella del Galvani. Applica egli il Volta, in tali esperimenti, la foglia di stagnetta al dorso dell' animale, poi colloca il ventre del medesimo su d' una lamina o moneta d' argento, indi applica l' arco coll' una estremità alla detta stagnetta, coll' altra al ventre; in questo nuovo esperimento si ottengono le contrazioni degli arti inferiori, nè già nell' animale morto e preparato, ma nel vivente e naturale; il che certo è da stimarsi vie più, ed offre un assai più largo campo e più sicuro a rintracciare la verità. Succedono pure le stesse contrazioni applicando una moneta d' argento al nudo dorso dell' animale, armato già della foglia di stagno, e dirigendo questa moneta in modo, sopra il medesimo dorso, che finalmente arrivi a contatto della stagnetta: nell' atto del contatto avvengono moti, e talora gagliardi, nelle stesse gambe inferiori.

Or in questo esperimento, posta la predetta ipotesi, potrebbe chiedere alcuno: per qual ragione si pongono in azione il più delle volte i soli muscoli degli arti inferiori? Forse perchè la

torrente elettrica posta in moto dai metalli s'incontra nei nervi crurali? Ma perchè, addimanderebbe il medesimo, essa non si dirige piuttosto per le parti umide esterne dell'animale, strada assai più facile e più breve, e come tale sempre scelta a preferenza delle altre dalla elettricità? Vuolsi pure che un tale corso si faccia per entro l'animale; ma perchè sono irritati i nervi crurali, quando la stagnetta e la lamina sono disposte in maniera, che assolutamente i nervi son fuori della direzione della torrente? come, per esempio, quando la stagnetta è collocata sur una parte laterale del dorso in qualche lontananza dai nervi crurali e dalla spinal midolla, e la moneta d'argento sulla medesima parte laterale inferiore del ventre: eppure le non poche volte, condotto l'arco dall'una all'altra, si ottengono le contrazioni degli arti inferiori. Chi non vede in questo esperimento i nervi crurali fuori della direzione di detta torrente? Perchè di più, se fosse la elettricità interna dell' animale quella, che, ridotta in torrente e accorrendo al luogo del contatto dei metalli, producesse le contrazioni, dovendo questa per necessità nel suo cammino con tanti altri nervi d' altri muscoli incontrarsi ed irritarli, quelli solo degli arti inferiori si porrebbero in contrazione? Anzi perchè, essendo sparsa l' elettricità per tutto l' animale, e da tutte le parti accorrendo velocemente verso l' invito dei metalli, non restano irritati o tutti, o la maggior parte dei nervi, e quindi posti in contrazione tutti, o la maggior parte dei muscoli? Eppure tali universali convulsioni non avvengono. Perchè finalmente in varii casi, passando sicuramente la supposta torrente pei nervi crurali, mancano (lo vedrem bene tra poco) le contrazioni de' corrispondenti muscoli degli arti inferiori, siccome per lo più avviene allor quando, lasciando l' armatura sul dorso, si applica la moneta, non ai piedi o alle coscie, ma al capo? Nell' opinion del Galvani però tali fenomeni non difficilmente si spiegano, e resta ella coerente alla

vera cagione, o legge di questi palesata dall' esperienza. Per chiarirsene, si snudi tutto l' animale della sua pelle, e rinnovando l' esperimento come nell' animal naturale, si ponga mente con ugual diligenza ai luoghi delle armature, alla posizione dell' arco, ed ai muscoli che si contraggono; non difficilmente si comprenderà, siccome osservò pel primo il signor Volta, il quale in mille maniere ha tentati e variati questi esperimenti sì nell' animale vivo ed intiero, come nel preparato e svestito di sua pelle, si comprenderà, dissi, che quantunque le contrazioni, ove l' animale sia vegeto, avvengano in varii muscoli, benchè in due soli luoghi sieno applicate le armature dissimili, succedono però singolarmente e più efficacemente in quei muscoli, nei quali l' una delle armature e delle estremità dell' arco è casualmente applicata o immediatamente soprá la loro superficie, o poco distante dalla medesima, e l' altra in vicinanza e nella direzione de' loro nervi, o di quelli forse, che, per la nota legge di commercio, hanno rapporto coi medesimi; il che per conoscer bene, basta servirsi, nel fare gli esperimenti, di una piccolissima foglia di stagno, e di una piccolissima moneta d' argento (che può considerarsi come un' altra armatura) in vece di una grande, o di un piano dello stesso argento; poichè con tale artifizio marcandosi più precisamente i luoghi delle armature, si mostrerà anche più chiaramente la verità dell' esposta osservazione; mentre allora, se si applicherà, per esempio, la piccola moneta ad uno degli arti inferiori, e la detta piccola porzione di stagnetta sopra il dorso, alla direzione del luogo in cui scaturiscono dalla spina di esso i nervi lombari per formare i nervi crurali, si avrà la contrazione della gamba armata, e dell' altra ancora per l' unione che hanno tra loro; ma se, lasciata la stagnetta nell' indicato luogo, si trasporterà la moneta in altra parte, come per esempio alla parte superiore del ventre o del dorso, punto non si avranno, o si avranno assai

languidamente i moti dei suddetti arti, quantunque e nell' un caso e nell' altro sia forzata la supposta torrente dell' elettricità animale ad urtare negli stessi nervi nello stesso sito; e ciò appunto perchè trovandosi in questi casi una delle armature sopra i detti nervi, l' altra non trovasi o sopra, o in vicinanza dei corrispondenti muscoli. Se il risultato di questi esperimenti nell' animale snudato si applichi all' animale naturalmente coperto di sua pelle, chiaro si comprenderà nascere le dette contrazioni da simile cagione, e simil legge.

Se dunque si ha il fenomeno, e si ottengono le contrazioni eziandio nell' animale vivente ed intero, solamente, o principalmente allora quando le armature e l' arco sieno applicati o a dirittura, o in vicinanza, parte alla superficie esterna del muscolo, parte al suo corrispondente nervo, qual prova non è questa del proposto circolo dell' elettricità animale tra muscolo e nervo? Che se si ottiene le non poche volte (essendo l' animale vegeto e robusto) un qualche effetto delle accennate contrazioni applicando eziandio un' armatura o una estremità dell' arco o sopra il nervo, a cui corrisponde un muscolo, o in vicinanza del medesimo, e l' altra estremità ed armatura, non altrimenti a questo corrispondente muscolo, ma in qualunque parte del corpo, massime se una delle armature sia alquanto più estesa dell' altra, ciò per nulla si oppone alla teoria del Galvani, avendovi in tutti questi casi l' umidità, che, essendo ovunque sparsa nel corpo dell' animale intero e vivo, sì spogliato, che vestito de' suoi integumenti, può sempre supplire a quella porzione di arco che manca, per giugnere dal luogo a cui si applica la seconda armatura e la seconda estremità dell' arco fino al corrispondente muscolo. Per la stessa ragione nell' animale vivo, ove egli sia di forze robuste, servendosi eziandio d' un' armatura sola posta, come si è detto, o sopra, o in vicinanza del nervo, ed applicando a questa un' estremità dell' arco, l' altra estremità a qualunque

nuda parte dell' animale, succedono le contrazioni. Non è però da negarsi, che per lo più v'è d' uopo della doppia armatura perchè il fenomeno succeda, sempre poi perchè sia più chiaro e manifesto; il che mi sembra accordarsi assai bene col genio della boccia di Leyden, la quale con una sola armatura ad una delle superficie o non dà scarica, o la dà languidissima.

Un' altra obbiezione di non piccol valore è quella che trar si può dalla contrazione, che è sembrata ad alcuni farsi negl'integumenti di alcuni quadrupedi, recentemente separati dall'animal vivo, applicando all' interna superficie della lor cute le armature e l'arco; mentre tali contrazioni non possono, a sentimento loro, ascriversi con ragione a sostanza muscolare, nè al proposto circolo di elettricità animale da nervo a muscolo per mezzo di una specie di scarica. Ma chi può (rispondo io), dall' un lato, sicuramente asserire non esservi in essa cute alcuna fibra muscolare, massimamente trattandosi di quadrupedi, l' osservazione stessa insegnando che queste fibre vi sono anzi molto copiose? E chi può, dall' altro lato, per poco che gli sia nota la struttura e sensibilità della cute, dubitare dell' esistenza dei nervi nella medesima, e quindi negare che l' armatura o l'arco applicato su tali parti, cioè fibre muscolari e nervi, od anche a qualche distanza da queste stesse, non possa, mediante la supposta umidità, determinare il circolo di elettricità, e quindi eccitare le contrazioni, o a dir meglio la corrugazione della cute medesima? E quand'anche l' occhio nudo non iscopra fibra alcuna muscolare su della porzione di pelle in cui fassi l' esperimento, è poi ciò un sicuro argomento che realmente non vi abbia? È egli necessario perchè la fibra muscolare esista, che si mostri sempre sensibilmente, oppur sempre almeno coll'ordinario aspetto? Ma l'obbiezione tratta dalla contrazione degl' integumenti vien prodotta più oltre assai. Si contraggono, dicono alcuni,

mediante l'arco e l' armatura, gl' integumenti anche innariditi dal tempo, e poi fatti molli di nuovo coll' acqua: che più? Si contrae perfino la carta bagnata! Si dovranno forse snpporre, in grazia di questo nuovo sistema, nervi e muscoli anche in queste sostanze? L'esperimento è stato tentato, dicono, dal signor Volta, nè ammette eccezione alcuna. Ma quando, e dove mai ha proposte simili cose questo chiarissimo autore? Egli ha bensì, trattando delle sensazioni, proposti esperimenti, che, giusta il parer suo, provano che l' elettricità può essere mossa col mezzo dei metalli da un corpo umido qualunque (dalla carta inumidita, da un panno lino bagnato ec.), e che la medesima, posta in circolo, può produrre la sensazione di un certo determinato sapore: ma altro è l'attribuire a tali corpi la proprietà di contenere un' elettricità atta ad eccitare le sensazioni, altro l' attribuire ad essi quella di contrarsi. La prima cosa ha una grande apparenza di vero, l' altra è totalmente contraria alla ragione, al fatto, e al dritto pensare di sì celebre autore. So che altre obbiezioni da altri si fanno a questa elettricità animale, e alla teoria del Galvani da me difesa; come sarebbe, per cagion d' esempio, il difetto d'attrazione de' corpi leggieri, il libero passaggio che il cervello e i nervi consentono alla elettricità comune, il non dissiparsi punto quella che è propria dell' animale se venga egli posto sott' acqua, il non comprendersi come o nel cervello, o nei nervi si sviluppi questo fluido elettrico senza la presenza di alcuno degli artifizi, che fuori del corpo animale sogliono sviluppare e cumulare l' elettricità ordinaria. Ma a queste difficoltà, di non molto peso, parte si è già abbastanza risposto colle ragioni e cogli esperimenti addotti in varii luoghi di questo Trattato, parte risponde per se stesso il fatto e l' osservazione della torpedine, in cui nissuno nega lo sviluppo, l' azione, l' isolamento della elettricità, eppure a questa potrebbonsi obbiettare le medesime cose. A tutte finalmente

si risponde, che per poco perdono ogni lor forza quando si consideri, che non provano poi altro, se non che la elettricità animale è in parte dissimile dalla comnne, come pare che in fatti debba essere, e come le ragioni ed osservazioni del Galvani, e le mie sembrano dimostrare.

Ma sia pure cotesta elettricità e animale, e naturalmente disequilibrata tra nervo e muscolo; perchè, chiederà taluno, non può supporsi che il nervo sia una specie di elettroforo animale, da cui il solo contatto dei corpi basti per isvegliare una tale elettricità? E se così fosse, perchè l'arco non potrebbe e per mezzo del contatto suo col nervo svegliarla, e per mezzo della sua sostanza deferente trasferirla al muscolo, elettrico negativamente? Perchè tale elettricità trasferita al muscolo non potrebbe, irritandolo, eccitare la tanto celebre irritabilità Halleriana, e quindi in questa maniera tanto più semplice, e forse più coerente agli esperimenti Halleriani, far nascere le muscolari contrazioni?

La ipotesi non può essere a primo aspetto più plausibile, e più verisimile. Ma il fatto la rispinge totalmente, e la rende vana ed insussistente. A prova di questo, prendasi una rana preparata alla maniera del Galvani, e si bagni con un poco di spirito di nitro (*a*), o di alcali volatile fluore (*b*) una piccola porzione qualunque dei nervi crurali, ed anche, se così piaccia, presso il muscolo: in questo esperimento, non v'ha dubbio, tutto il tratto di nervo, che è al di là di questa viziata porzione e. che risguarda la spinal midolla, è intatto, come l'è questa pure; dunque applicando l'arco o a detto tratto di nervo naturale, o alla detta spinal midolla, dovrebbesi, nell'accennata ipotesi, svegliare l'elettricità animale, e trasferire per l'arco al muscolo, ed irritandolo eccitar le

(*a*) Acido nitrico allungato coll' acqua.

(*b*) Ammoniaca.

contrazioni: ma non se n'eccita giammai alcuna, se la porzione di nervo sia ben penetrata dai suddetti acri liquori; la ipotesi dunque è assolutamente falsa. Che se dubitasse qualcuno, che l' acre liquore non solo alterata avesse la parte di nervo che bagna, ma per la sua sottigliezza e penetrazione avesse estesa la sua forza a parti anche lontane e le avesse viziate, a levarsi questo dubbio, benchè irragionevole trattandosi di parti assai lontane da quella, cangi l' esperimento, e in vece di bagnar il nervo con uno degl' indicati liquori, lo leghi precisamente nel luogo del suo ingresso nella sostanza muscolare delle coscie. In questo caso l' alterazione del nervo non può essere che locale, e propriamente nel solo punto della legatura; pure se si adopri l' arco, e con una sua estremità si applichi o alla spina del dorso, o ai nervi crurali superiormente alla legatura e a molta distanza dalla medesima (sieno pur anche queste parti armate), e coll' altra estremità si adatti alle coscie, niuna contrazione si ottiene, se la legatura sia ben stretta e fatta nel preciso luogo indicato. Ma qui potrebbe altri fare una nuova difficoltà con una nuova domanda, chiedendo: per qual ragione, fatta nell' indicato luogo la legatura, ed applicato l' arco nelle dette parti, non si eccitano le contrazioni, quando poi nascono benissimo, benchè languide, per mezzo dello stesso arco adattato alle stesse parti, allorchè la legatura del nervo è in luogo differente, cioè lontano dai muscoli? Il fenomeno (*a*) è difficile a spiegarsi sicuramente, e la sua cagione sarà forse scoperta un giorno per mezzo di nuovi tentativi: per ora potrebbe dirsi, che la legatura pone sempre un qualche ostacolo allo scorrimento della elettricità animale pel nervo; ma che qualora questa incontra un tale ostacolo

(*a*) Questo fenomeno fu indicato dal D.r Eusebio Valli (V. Rozier Observ. sur la Phys. ec. Juillet 1792, pag. 72; e Sue Hist. du Galvanisme Par. 1.a pag. 42 e 43).

dopo ch' è già in corso pel nervo, come quando la legatura è lontana dal muscolo; allora per la velocità attuale, ed acquistata escendo dal muscolo e scorrendo pel tratto di nervo libero, in qualche modo supera lo stesso ostacolo e produce, giusta l' opinion nostra, la scarica, ossia la contrazione del muscolo; laddove, qualora la legatura del nervo è presso il muscolo, la elettricità, nel momento che è per mettersi in corso e sortire dal muscolo, incontrando l' ostacolo, difficilmente o per niuna maniera lo supera, perchè mancante di quella velocità e forza che ha nel primo caso, e quindi non puossi nè scaricare, nè in conseguenza contrarre il muscolo.

Ma che che sia della spiegazione di questo fenomeno, egli può recare bensì una qualche difficoltà alla teoria nostra, ma non può togliere la forza dell' esperimento, poc' anzi proposto per distruggere l' ipotesi accennata della natura d' elettroforo del nervo, e della irritabilità del muscolo autrice delle proposte contrazioni.

Passiam dunque piuttosto a fare finalmente alcune riflessioni su gli esperimenti del signor Volta, che risguardano le sensazioni. E, in primo luogo, credo che non avrà egli stesso difficoltà d' accordarmi, che le sensazioni massimamente del gusto sono un fondamento non bastantemente sicuro e fermo per istabilire una qualche ipotesi, mentre niente si ha di più infido e di più incostante della sensazione del gusto. Uno stesso corpo saporoso applicato alla lingua della stessa persona muta sapore per piccolissime alterazioni della medesima lingua; un vario stato di papille o di saliva, un vario luogo della lingua a cui si applichi il detto corpo saporoso, un cibo preso prima piuttosto che un altro, basta a cangiare notabilissimamente il sapore; quindi il medesimo corpo applicato a diversi palati può eccitare diversi sapori. Il dedurre pertanto la natura, e l' azione, e la direzione del moto di un fluido dal sapore che eccita, sarà sempre una cosa molto incerta e molto equivoca: onde

l' inferire qual sia la natura dell' elettricità che agisce sulla lingua, quando entri, o quando esca dalla medesima, e ciò dedurre dal vario sapore che eccita, e credere altresì che il senso d' acidità, a non pochi dubbioso, indichi l' ingresso, e che il senso di una qualche alcalescenza, che affermano alcuni d'aver provato, molti altri lo negano, indichi l' uscita, non avrà seco quella forza e quella verità di congettura, e molto meno di raziocinio, che si desidera dai filosofi (*a*). M' avrà per questo scusato il signor Volta se a tali fondamenti non so affidare la decisione della cosa, e se non so, giusta l' opinion sua, stabilire, la elettricità che induce le contrazioni e le sensazioni essere elettricità comune, piuttosto che propria dell' animale.

Ma quand' anche gli si accordasse pure, che tali sensazioni fossero costanti, e l' una, cioè l' acida, indicasse realmente l' ingresso del fluido elettrico nella lingua, l' altra, cioè l' alcalina, l' uscita, ne verrebbe egli per conseguenza legittima che la elettricità fosse della comune, posta in azione dai metalli? Acciò tal conseguenza si potesse con tutta verità e sicurezza dedurre, d' uopo sarebbe certo, a mio credere, che egli dimostrasse, potersi ottenere queste medesime sensazioni senza l' intervento dell' arco nella stessa persona in cui si eccitano: eppure l' esperienza dimostra, non potersi giammai ottenere nè le dette sensazioni del sapore, nè quelle della luce,

(*a*) Il celebre inventore della Pila sul principio della *Seconda Lettera* al Vassalli, che forma la *Seconda Parte* della sua *Nuova Memoria sull' Elettricità Animale*, rispose ben tosto risentitamente alle presenti dubitazioni dell' Autore dell' Opuscolo anonimo, le quali a vero dire mostravanlo un po' troppo preoccupato del suo sistema, a detrimento di un fatto così cospicuo ed interessante, quale si è quello delle sensazioni del gusto, eccitate coll' applicare all' apice della lingua quelle stesse armature metalliche, che applicate alla rana eccitavano le contrazioni (V. Giorn. Fisico-Medico del Dottor Brugnatelli, Vol. 3.° Agosto 1794, pag. 99 in nota; od anche Collez. dell' Opere del Volta Tom. 2.° Par. 1.a, pag. 208 id.).

scoperte dal signor Volta, se i metalli, o gli altri corpi usati non formino alla fine arco o nella parte in cui si applicano, o almeno colla stessa persona. Ma se quella elettricità, che induce le dette sensazioni nella persona in cui si fa l' esperimento, è comune elettricità o dei metalli, o de' corpi co' quali essi comunicano, perchè è necessario che essi sieno applicati in guisa da formare arco? Se viene dall' uomo su cui si fa l' esperimento, e da esso come da corpo qualunque deferente e comunicante col suolo, perchè non si eccitano queste sensazioni, allorchè i suddetti corpi metallici sono applicati o alla lingua, o agli occhi del medesimo uomo da altra persona, o mediante qualunque altro corpo comunicante col terreno, distinto totalmente e disgiunto da quello, che ricever deve le impressioni? Perchè d' uopo è, ripeto, ad ottenere tali sensazioni, che i suddetti corpi formino arco nella medesima persona? Non mostra egli questo, che tale elettricità non è altrimenti comune, ma è animale, e tutta propria della persona in cui si eccitano le dette sensazioni? E non è egli già stato, per lo addietro, con esperimenti e ragioni dimostrato, che essa sola, nell'animale, obbedisce inviolabilmente alla legge dell' arco? Dunque noi saremo costretti di confessare, o che tali sensazioni sono eccitate dalla elettricità, che, partendo dai muscoli (sian pur lontani), invitata dall'arco e dalle armature, nel suo giro s' incontra nei detti sensorii e ne eccita le sensazioni, oppure che si estende la legge dell' arco siccome ai moti, così pur' anche alle sensazioni.

Ma se la cosa è così, se tale elettricità è veramente tutta propria dell' animale, e non comune ed estrinseca, che sarà dell' opinione del signor Volta, il quale, cogli addotti esperimenti, ha preteso d' escludere totalmente l' elettricità animale, e di restringere le scoperte del Galvani alla sola invenzione, nell' animale, del più squisito elettrometro che si conosca?

CAPO XI.

Dell' arco naturale.

Tutti gli esperimenti fin qui proposti, e tutte le addotte ragioni ne conducono a ravvisare una elettricità propria dell' animale autrice delle muscolari contrazioni eccitate da' riferiti esterni artifizi. Ma noi avremmo fatto poco cammino per condurre a qualche maggiore utilità questi ritrovati e questi artifizi, se, colla scorta dei medesimi, non cercassimo di scoprire qualche cosa di più, circa le contrazioni che si hanno nell' animale vivente per le sole forze interne sì naturali, che morbose. A tale oggetto però noi ci studieremo per mezzo di congetture, appoggiate però sempre a qualche fatto, d' indicare ai dotti esperimentatori alcune strade, le quali, benchè tutt' ora incerte, pure condurre un giorno li potrebbero ad iscoprirne altre, che più da vicino e più sicuramente ne guidassero all' utile ed al vero.

Se dunque l' elettricità animale produce le contrazioni muscolari, posta che sia in azione dagli esterni artifizi, come si è dimostrato, vuol certo ragione, che le produca ancora qualora venga determinata ad agire dalle interne e naturali cagioni; mentre le contrazioni, riguardo all' essenza loro, sono le stesse sì nell' un caso, che nell' altro, e sol differenti di grado o di forza; nè è mai verisimile, che la natura si serva, per produrle, della suddetta elettricità solo a comodo e piacere degli sperimentatori, e non a benefizio della economia animale. Per le stesse ragioni è troppo verisimile, che la legge dell' arco, legge trovata sì costante in tutte le contrazioni fin qui discorse, le quali chiamerò artifiziali, abbia luogo e si osservi pure fedelmente ancora nelle stesse naturali

contrazioni. Uopo adunque sarà, che la natura abbia provveduto l' animale d' un arco interno, mediante il quale possansi esse eccitare.

Queste sembrano conseguenze troppo chiare ed evidenti. Ma quale sarà egli quest' arco? Qui è dove tutto rimane ancora incerto ed oscuro, nè han luogo che le ipotesi e le congetture: mi sia però lecito d' indicarne una ai dotti fisiologi, non perchè venga abbracciata, ma solo per intenderne il loro giudizio e sentimento. La congettura è la seguente, tratta da principii che or verrò esponendo. Atteso le osservazioni e gli esperimenti fin qui riferiti, sembra che, tra le varie parti dell' animale, quella si possa non senza fondamento suppor' essere l' arco naturale, in cui si ravvisino in qualche modo o tutte, o le principali proprietà dell' arco artifiziale, come sarebbe singolarmente, secondo ciò che si è dimostrato, l' eccitare le contrazioni per la sola mutazione dei contatti benchè minima (*a*), come pure per la mutazione della sostanza, e l' eccitarle nell' atto della totale sua divisione (*b*). Ora tali proprietà si ravvisano, a preferenza di qualunque altra parte, nei nervi; in fatti se in questi si mutino i contatti, come avviene allorchè vengono punti, o in altra maniera compressi da qualunque corpo duro, se si cangi la sostanza loro e si renda eterogenea, come quando sono penetrati da qualche acre materia (quale sarebbe l' olio di tartaro (c), l' alcali volatile fluore, una forte soluzione di sal marino), con che viene certamente cangiata parte della sostanza loro e resa eterogenea, ecco tosto le contrazioni; così pure se i nervi vengano divisi o tagliati, nell' atto della divisione insorgono parimente le contrazioni muscolari.

(*a*) V. pag. 161, 165, 166, 172, 173, 174.
(*b*) V. particolarmente da pag. 178 a 183.
(*c*) Potassa mescolata con carbonato di potassa in deliquescenza.

Questa somiglianza però tra l' arco artifiziale e il nervo, da quanto abbiamo fin qui esposto, è chiaro che non può aver luogo, se non se per la sostanza solida del nervo; quindi è che ci troviamo obbligati, atteso la detta somiglianza, di tener poco o niun conto, per la spiegazione dei moti muscolari, di quella ipotetica linfa che, a senso d' alcuni, scorre pe' nervi, ed alla quale si rivolse pure il Galvani. Ma io ben veggio che molti dubbi possonsi muovere contro questa ipotesi. E, in primo luogo, chieder potrebbe taluno: come può la solida sostanza de' nervi servir d' arco conduttore, se ella sembra composta di sostanza oleosa, ed in conseguenza coibente? In secondo luogo, accordato ancora che questa fosse deferente, come poi se fosse tale contener potrebbero i nervi e condurre l' elettricità animale, ciò che pur sembra necessario, in qualunque ipotesi, per la integrità delle funzioni animali? Convien dunque o rinunziare alla detta ipotesi, o sciogliere sì fatte difficoltà. In quanto al primo dubbio, non mi par difficile lo scioglimento; mentre altro è che nella composizione della sostanza dei nervi entrino parti oleose, altro è, che le dette parti tutta compongano la nervosa sostanza. Alcune parti oleose mescolate a molte parti conduttrici, le quali, come ognun sa, necessariamente esistono nel nervo, potranno moderare l' impeto della torrente elettrica, ma non negarle il passaggio; in quella guisa che, interposto alcun tenuissimo strato d' olio fra le foglie metalliche eterogenee che compongono l' arco artifiziale, ciò non impedisce che si abbiano, alla mutazione dei contatti tra di quelle, le contrazioni, ma bensì le rende minori e meno pronte (pag. 173). Le dette parti oleose mescolate alle conduttrici, oltre il moderare e frenare l' impeto della torrente elettrica, potranno ancora impedire la troppo sollecita escita della medesima, ed il totale impoverimento che perciò ne verrebbe al muscolo; in quella guisa che, servendosi i fisici di un arco artifiziale formato

da tanti pezzi metallici posti a qualche benchè piccola distanza l' uno dall' altro, in modo che lascino luogo fra loro a qualche piccolo strato di aria, ossia di sostanza coibente, servendosi, dissi, di un tal arco in vece del comune continuato, si scarica la boccia loro con minore prontezza, e con più difficoltà se ne dissipa la raccolta elettricità.

Dunque, benchè si ravvisino parti oleose nella sostanza solida de' nervi, ciò punto non vieta che non possa questa sostanza medesima compier l' uffizio d' arco naturale; anzi sembra poterlo compiere con maggior vantaggio dell' animale economia. In quanto poi all' altro dubbio, acciò esso distruggesse ragionevolmente la proposta ipotesi, d' uopo sarebbe che la deferente sostanza dei nervi non avesse intorno a se alcuno strato di materia in qualche modo coibente, atta ad impedire la dissipazione dell' elettricità animale. Ma forse, manca egli un tale strato? È egli puramente ipotetico? Non già, a mio giudizio: non è egli ciascun fascicolo de' nervi inviluppato dalla sua cellulare? Non è verisimile che ella contenga un tenuissimo olio? Anzi in alcuni nervi, come nel nervo sciatico, non contiene ella realmente una vera sostanza pinguedinosa? Non manifesta la spinal midolla (della di cui sostanza sono composti i nervi) sensibilmente, nella esterna sua superficie, un non so che di untuoso? Non si ravvisa egli questo stesso nei cordoni nervosi, e nei varii filamenti che li compongono? I molti vasi de' quali è composta la pia madre, che involge ciascun nervo, non potrebbero servire alla separazione eziandio di una particolare oleosa materia, come sembrano servire nella sostanza corticale, la quale sostanza, secondo il Ruischio ed altri, e come comprovano alcuni fatti, è composta di molta materia oleosa? Sarebbe mai in grazia di questa, che, applicati gli stimoli alla pura sostanza corticale, o applicatovi l' arco, non si ottengono moti convulsivi, o si ottengono soltanto piccolissimi? Io non crederei senza

frutto e senza utilità il far su tali cose nuovi tentativi, e più minute e diligenti ricerche. Su di che io sarò contento, per animare i dotti a dilucidar bene tai fondamenti, di mostrare in appresso come, supponendo vera la ipotesi che il nervo serva all' uso dell' arco naturale, si spiegherebbero non senza qualche facilità e verisimiglianza i più difficili fenomeni de' moti muscolari, sì naturali che forzati e morbosi.

Ma avanti di venire a tale spiegazione, fa d' uopo premettere le seguenti riflessioni. E in primo luogo conviene avvertire, che la sostanza del nervo non basta per formare l' arco compito, mentre essa condurrebbe bensì l' elettricità dall' intima parte delle fibre muscolari (supponendo col Galvani che in questa parte risegga l' elettricità positiva, o sovrabbondante) al nervo, ma non la restituirebbe già al medesimo muscolo; convien dunque, acciò l' arco sia compito, che qualche altra estrinseca sostanza deferente parta dal nervo, e vada al muscolo. Questa stessa necessità sembra venir confermata eziandio dalle contrazioni, che si eccitano mediante lo stimolo fatto con un corpo coibente (come un pezzo di vetro, o di dura resina) al puro e semplice nervo isolato, e separato da tutte le adiacenti parti; mentre debbono pure eziandio queste contrazioni, in qualunque ipotesi, essere prodotte da una elettricità, che esce dal nervo e diffondesi in un qualche mezzo deferente per equilibrarsi con una dissimile o contraria elettricità di qualche altro corpo. Or quale sarà il mezzo deferente, in questo caso, per cui possa diffondersi l' elettricità che esce dal nervo, se non sono le estrinseche umide parti del nervo istesso, giacchè il corpo stimolante l' abbiamo supposto coibente? E qual è il corpo, in cui riseder possa una elettricità differente da quella che esce dal nervo, o contraria, se non è il muscolo stesso? D' uopo sarà dunque, per avere le contrazioni, che non solo v' abbiano alcune interne parti che portino l' elettricità dal muscolo

al nervo, ma altre ancora esterne che la riportino dal nervo al muscolo: le prime chiamerò io arco naturale interno, le seconde arco naturale esterno; onde tutto l' arco naturale, per maggior chiarezza ed intelligenza, lo considererò come diviso in due archi, interno l' uno, esterno l' altro. L' interno si può congetturare formato dalla pura midollare sostanza del nervo, ed è quello che, giusta ciò che abbiamo riferito, sembra aver maggior rapporto coll' arco metallico artifiziale; esso dovrà comunicare da un estremo coll'interna sostanza delle fibre muscolari, dall' altro comunicherà coll' arco esterno, e questo poi coll' esterna parte delle stesse fibre muscolari.

Ma quali saranno elleno le parti che formeranno questa porzione esterna di arco naturale, o sia quest' arco naturale esterno? Nell' animale preparato è facile il riconoscerle, perchè non possono essere se non l' umidità, e gl' involucri del nervo stesso, e gli umori nei medesimi involucri contenuti; esse sono le sole sostanze deferenti ed estrinseche che rimangano nel nervo preparato ed isolato. Ma saranno esse ancora le parti di arco che si ricerca nell' animale vivente? Ciò è molto difficile a scoprirsi, e sarebbe un azzardo lo stabilirlo; tuttavia, per una pura e semplice congettura, non sembra fuor di ragione il proporlo alla considerazione dei fisiologi. Le molte alterazioni di moto e di senso che nascono dal vizio dei detti involucri, dall' ingorgamento loro e dalla viziosa qualità degli umori in essi contenuti, le contrazioni inoltre che nascono, allorchè con alcune soluzioni saline si alterano ad arte questi medesimi involucri, e rendonsi i loro umori eterogenei, siccome in appresso riferiremo, sono argomenti che sembrano dare un qualche peso a questa congettura. La conferma anche in qualche modo l' osservare, che i detti involucri sono quella parte in cui, o applicato l' arco metallico benchè sommamente piccolo, o apposte le armature eterogenee benchè tenuissime, si ottengono le contrazioni più facilmente e

più sicuramente, che applicando quello, o apponendo queste in qualunque altra parte, ed anche nella circostanza che, condotto l' arco da nervo a muscolo, non si avessero più contrazioni. Potrebbe altresì rendere non improbabile la congettura di quest' arco, l' abbandonare che fanno le dette membrane il nervo, appunto nell' ingresso suo entro l' intima sostanza del muscolo, e quindi il potersi esse considerare come appartenenti singolarmente ed immediatamente all' esterna parte delle fibre muscolari, e conseguentemente del muscolo; condizione mostrata di già necessaria nell' arco naturale esterno. Tali membrane poi tanto più sembrerebbero atte a formare un simil arco, o almeno una specie di armatura naturale, come accennò il Galvani nel suo Commentario, in quanto che, ove niun arco esterno ed artifiziale s' adoperi, si ottengono le contrazioni se esse membrane vestano il nervo, come quando si applicano i nervi crurali recisi dalla spina del dorso ai muscoli, e non si ottengono se esse stesse manchino, come se la nuda e sola spinal midolla si applichi ai muscoli delle coscie, o ai corpi deferenti con queste comunicanti; il che si abbia ad illustrazione di ciò che altrove è stato detto (pag. 210 a 213).

Ma non potrebbero formare un tal arco i vasi sanguigni, od i linfatici? Contengono essi pure una sostanza deferente, ed hanno pure qualche comunicazione, per mezzo de' loro rami, così colla cellulare che investe i fascicoli nervosi, come con quella che copre l' esterna parte dei muscoli? E trattandosi dei vasi sanguigni arteriosi, non potrebbe aver voluto natura, che appunto per quest' ufficio fossero sempre congiunti al nervo? Se dessi fossero l' arco esterno, non si potrebbe egli spiegare assai bene il fenomeno della cessazione del moto, al legamento dell' arteria, e della rinnovazione di esso, allo scioglimento della medesima legatura? Non potrebbe dall' elettricità animale mescolata col sangue arterioso, dipendere quel principio

di vitalità, che seco portar sembra il sangue arterioso, e dalla mancanza del quale pretendono alcuni che cessi il moto nel muscolo, legata l' arteria? Non mette un qualche ostacolo al corso del fluido nerveo, ossia dell' elettricità animale, la legatura del nervo, che è lo stesso che dire la legatura delle membrane? Perchè non potrebbe avvenir lo stesso nella legatura delle arterie? Queste ingegnose congetture non sono indegne forse della riflessione e delle ulteriori ricerche dei fisiologi: ma le molte, e forse troppo avanzate supposizioni che in questa ipotesi far converrebbe, le ragioni addotte a favore delle membrane, e le contrazioni che si ottengono tanto per mezzo dell' arco, quanto per mezzo dello stimolo, anche allora quando o mancano, o sono tagliati e guasti i suddetti vasi, come allorchè si separa da tutte le contigue parti il muscolo e il suo nervo corrispondente, fanno sì, che siamo più inclinati ad attribuire alle dette membrane, anzichè ai proposti vasi, l' uffizio di formare la parte esterna dell' arco naturale.

Or ciò supposto, abbracciando l' ipotesi della boccia di Leyden come la più verisimile, e tale che meglio d' ogni altra finora proposta spiega i fenomeni, si avrebbe un arco composto di due pezzi ed eterogeneo, di sostanza nervosa l' un pezzo, di membrane e di umori l' altro, una delle estremità del quale arco comunicherebbe coll' intima parte delle fibre muscolari, e l' altra estremità coll' esterna. Ma ciò neppur basterebbe per la spiegazione del moto muscolare: avvegnachè quantunque tale fosse, come l' abbiamo supposta, la comunicazione delle estremità di quest' arco, nondimeno i pezzi che lo formano presenterebbono un' arco interrotto da sostanza coibente, quale si è l' olio finissimo, che ugne l' esterna superficie del nervo, somministrato dalla cellulare dello stesso, come di sopra è stato detto. Convien pertanto qui ricordare ciò che pur dianzi fu indicato, che non essendo il detto olio puro,

ma bensì mescolato a qualche parte di linfa, questa potrà porre una qualche comunicazione tra il nervo e le suddette membrane, e gli umori in esse contenuti, onde non sarà già vietato assolutamente il passaggio all' elettricità da quello a questi, ma solo vi sarà frapposto un qualche non piccolo ostacolo, vincibile però massimamente da un più forte ed impetuoso scorrimento della medesima. Potrà dunque, per mezzo di questo arco, benchè in qualche parte interrotto da sostanza coibente, portarsi l' elettricità dall' intima parte delle fibre muscolari all' esterna, non altrimenti che abbiamo detto (pag. 240) avvenire nell' arco artifiziale, a bella posta interrotto da sottilissimo strato oleoso. Ma qui forse si presenta, in tale supposizione, una nuova difficoltà; ed è come, essendovi una qualche comunicazione, sebben non molto spedita, tra l' esterna e l' interna parte del muscolo, possa l' elettricità cumularsi nell' interna, siccome porta l' ipotesi del Galvani. Per ben rispondere a questa difficoltà, convien riflettere, che nell' ordinaria boccia dei fisici, ancorchè si bagni alcun poco di acqua l' esterna sua superficie, e si faccia in modo, che questa comunichi col conduttore dell' interna, non perciò s' impedisce una qualche carica: molto più poi questo avviene, se si costruisca simil boccia nella maniera che verrò ora descrivendo; nel qual caso comprenderassi, che quantunque vi abbia questa comunicazione, tuttavolta quando il passaggio dall' una superficie all' altra resti difficile, si fa benissimo il necessario cumulo di elettricità.

Si prenda pertanto una boccia di vetro che abbia, per comodo di costruzione, forma di fiasco, armata al solito internamente ed esternamente; vi si applichi il conduttore alla superficie interna, e questo si faccia balzare fuori del collo quanto più piace; questo stesso conduttore s' intonachi indi di qualche sostanza coibente, come di cera, si protragga l' intonicatura sopra il detto collo, si conduca sino all' armatura esterna,

e si facciano piccoli fori in qualche parte dell' intonicatura che riguarda il conduttore; indi si bagni d'acqua, o d'altro fluido deferente, tutta quanta la intonicatura, procurando che il fluido penetri in detti fori, e vada a contatto immediato del conduttore medesimo. Certo, in questo caso, v' è comunicazione per mezzo di un tal fluido tra la superficie interna e l' esterna della boccia; pure si può caricar questa in qualche modo, ossia cumulare l' elettricità nell' intima superficie della medesima: il che vien provato ad evidenza e dal movimento dell' elettrometro, e dalla scarica che di essa si ottiene, ed anche replicatamente, mediante l' applicazion dell' arco. Lo stesso adunque può avvenire eziandio relativamente alla supposta boccia animale, che sarebbe, nell' indicata ipotesi, costrutta d' una non molto dissimile maniera dalla già esposta, e in essa poi si produrrebbe la scarica, mediante qualcuna delle cause che in appresso accenneremo. Prima di parlare di queste giova avvertire, che quando nell' arco artifiziale applicato all' animale si frapponga un qualche benchè lieve ostacolo al libero e pronto corso dell' elettricità, non tutto in una volta il muscolo si scarica della medesima, così che a nuove applicazioni di arco succedono nuove scariche, ossiano nuove contrazioni; il che non avviene, ove il detto arco somministri un cammino totalmente libero e felice alla detta elettricità. In fatti, ove formisi un arco eterogeneo composto in parte di foglia di stagno, in parte di foglia d' ottone, ed esso stesso sia su d' un piano coibente, e le sue estremità si applichino, nel modo più volte riferito, alla rana preparata, posta essa pure sul detto piano coibente, se le stesse estremità non saranno a perfetti contatti colle sottoposte parti dell' animale, o se le foglie saranno increspate, o non verranno che a leggieri contatti l' una sovra dell' altra, o avranno altri simili piccoli difetti che intralcino in qualche modo il libero cammino della detta elettricità, allora, applicando

all'animale un nuovo arco, purchè de' più attivi, ecco contrazioni poco dissimili dalle antecedenti. Ma se il suddetto arco avrà le estremità sue esattamente e perfettamente unite all' animale, se le foglie saranno liscie e stese perfettamente ed aderenti al detto piano (come se saranno attaccate per esempio ad uno strato di cera, e poi fregate e lisciate con qualche adatto strumento), massimamente se le forze dell'animale non saranno vivissime, riescirà presso che inutile l' applicazione di un nuovo arco; mentre o per esso non ecciterassi contrazione , o certo difficilmente e piccola si avrà.

Lo stesso adunque potrà avvenire nel caso nostro dell' arco naturale; perchè la supposta intermedia oleosa sostanza, impedendo il libero corso dell' elettricità animale fra l' intimo midollo del nervo e le accennate parti che compiono l'arco esterno, farà sì che di questa non resti esaurito il muscolo, ma sempre ve ne rimanga in copia opportuna all' uopo, atteso anche singolarmente la nuova porzione, che dal cervello sembra dovergli venir continuamente somministrata. Chi non vede pertanto in questo stesso arco, di tal maniera interrotto, un' opera meravigliosa e quanto mai opportuna? Ma questo stesso si ravviserà anche più se si consideri, che, oltre il permettere il detto arco la necessaria carica di elettricità nel muscolo, ne impedirà a un tempo stesso il soverchio cumulo, permettendole pure un qualche benchè difficile passaggio dall' intima sostanza del muscolo stesso all' esterna: il che sembra non poter essere che a vantaggio dell' animale economia, ed a maggior sicurezza dell' integrità sì del nervo, che del muscolo; poichè la soverchia copia che di necessità se ne accumulerebbe in esso muscolo, senza questa diminuzione, sembra che certamente recar gli potesse grave pericolo di lesione e di alterazione. Ma di più il nervo, in questa ipotesi, avrebbe, oltre le accennate proprietà, anche quella, quanto mai conforme alla semplicità con cui operar suole

la natura, di fare egli nel medesimo tempo le veci di arco scaricatore, e di conduttore della supposta boccetta animale; ciò che chiaro apparisce da quanto fin ora abbiamo proposto. Tali proprietà sembrano certamente renderlo degno delle ricerche e dell' attenzione dei fisiologi.

Ma neppur qui fine avrebbero i suoi pregi, mentre, per mezzo della detta sostanza in parte coibente, quello ancora avrebbe di accrescere in certo modo la forza naturale della elettricità animale, allorchè fosse ella per produr il moto nel muscolo; giacchè venendo questa dalle interne cagioni determinata al suo circolo, a intendimento di produrre le contrazioni de' muscoli, incontrandosi nell' accennato ostacolo farebbe ogni sforzo per vincerlo, e questo stesso sforzo ne accrescerebbe l' impeto e il valore. Non altrimenti che avvenir veggiamo alla elettricità comune, la quale, poste tutte le cose del pari, tanto più gagliardamente agisce, quanto maggiore è l' ostacolo che le si pone innanzi, senza cui non opera in maniera molto sensibile. Non è per ultimo da ommettersi, che codesto supposto arco naturale ha il vantaggio, a preferenza di altre parti, di essere costantemente guardato e difeso da un' abbondante pinguedine, la quale si rinviene nella cellulare che circonda e veste il tronco nervoso insieme coll' arteria e colla vena che lo seguono: ciò che sembrar potrebbe dalla natura voluto, anche pel fine d' impedir il dissipamento della elettricità, e così con più sicurezza mantenere il necessario circolo della medesima.

CAPO XII.

Della spiegazione de' principali fenomeni del moto muscolare, dipendentemente dall' arco naturale.

E qui, dovendo dipendere la spiegazione di questi fenomeni principalmente dall' accennato circolo, e dalla ipotesi che si è fatta dell' arco naturale, incominceremo a svolgere questa medesima ipotesi, e a trattare più minutamente del detto circolo. Si può adunque non senza ragione congetturare, che una piccola torrente di elettricità mossa dalla naturale tendenza all' equilibrio scorra continuamente e per legge di natura, nell' animal vivente, dall' intima parte delle fibre muscolari, componenti cioè il muscolo, ai varii rametti nervosi che ad esse appartengono, e da questi al nervo fuori del muscolo, o sia al tronco loro comune, strada facendosi per la supposta intima e deferente sostanza sì di quelli, che di questo; che la medesima torrente poi, penetrando in qualche modo attraverso l' esteriore strato oleoso e coibente di questo stesso nervo, trapassi alle membrane che lo investono, e per la sostanza di queste, o per l' umidità, si porti all' esterna parte delle fibre muscolari, ossia all' esterna parte del muscolo.

Tutto questo è fondato sull' osservazione e su gli esperimenti fatti coll' arco artifiziale negli animali preparati; imperocchè, le contrazioni che in questi succedono nell' atto della total divisione di esso arco, siccome abbiam veduto nel Capo VI.° (*a*), sembrano certo dimostrarci una costante e

(*a*) Vedi pag. 178 in avanti; Vedi anche pag. 239.

continuata torrente per l'arco artifiziale, e quindi par pure che c' inducano a credere, avvenire lo stesso verisimilmente nell' arco naturale (*b*). Questa torrente pertanto, benchè una sola e continuata, può considerarsi nondimeno come composta di due; cioè l' una interna, parte contenuta nell' intima

(*b*) L' Autore mette in campo qui un' ipotesi molto simile a quella – *di un naturale sbilancio e moto del fluido elettrico tralle parti dell' animale vivente*, o *in cui duri ancora qualche vitalità ..... di un lento moto, sia di circolazione, sia di semplice oscillazione od altro del fluido elettrico tra muscoli e nervi, e tralle altre parti ancora del corpo dell' animale* –, la quale si presentò di sfuggita al Volta, e fu da esso Lui proposta nel breve tempo in cui tenne pel sistema galvaniano (V. la Parte Sec. della sua Prim. Mem. sull' Elett. Anim. nel Quaderno di Maggio 1792 del Giorn. Fisico-Medico del Brugnatelli, dal §. 46 sino alla fine; o Collez. delle sue Opere Tom. 2.° Part. 1.ª, dalla pag. 47 alla 52). Però, mentre il cel. discopritore della Pila veniva guidato a queste congetture dalle sue esperienze (ricordate alla pag. 227 e seg. di questo Opuscolo) eseguite coll' applicare le armature metalliche *sugli animali intieri e intatti*, o eseguite *senza snudarne ed isolarne prima, e quindi armarne di foglia metallica i nervi* (V. luoghi cit.), il nostro Autore invece vi era guidato, come si vede qui, da tutt' altre esperienze e considerazioni; da quelle, cioè, delle singolarissime contrazioni che avvengono nelle rane, preparate alla sua maniera, *nell' atto della total divisione dell' arco* metallico ad esse apposto, o *nel passare che questo fa dall' essere continuato ad essere interrotto*. Già in quella parte precitata del Cap. VI.°, nella quale si tratta di simili contrazioni, ma specialmente nel paragrafo che incomincia – *Questi esperimenti sembrano avvertirci* ec. – (pag. 181, 182), si scorge che dal fenomeno di tali contrazioni l' Autore traeva argomento per ritenere, che la elettricità continuasse a circolare durante l' intero tempo dell' apposizione dell' arco continuo, quantunque per tutto questo tempo non si eccitasse ordinariamente nella rana alcun moto, alcuna contrazione. Nel presente luogo poi un tale argomento suo è esplicito. Perocchè quivi si viene a dire, che se *una costante e continuata torrente per l' arco*

sostanza del muscolo, parte nel nervo; l' altra esterna, condotta dalle parti che abbiamo detto comporre l' arco esterno. La forza che esercita l' interna sembra dessa che immediatamente agisca ne' muscoli, e che sola possa eccitare le contrazioni, in qualunque maniera ciò faccia; varierà però una tal forza e per le mutazioni che in essa torrente interna accadranno, e per quelle eziandio dell' esterna. Ciò posto, veniamo ora a considerare i moti muscolari, e le cagioni che

artifiziale, prima della *totale divisione* di questo e durante la sua apposizione all' animale, non avesse luogo, nè pure avrebbero luogo le singolari contrazioni all' atto della predetta total divisione. Ora un argomento analogo, e ad un oggetto pure analogo, era, sei anni dopo, dato per certo e sicuro dal Volta nella immortalissima Lettera a Sir Banks annunziatrice della grande scoperta della Pila e de' suoi prodigiosi effetti. Percioechè vi si legge – *Une autre preuve évidente de la continuation du courant électrique, pour tout le temps que les communications des conducteurs qui forment le cercle continuent, peut aussi se tirer de ce que dans ces sortes d' expériences on éprouve souvent, au moment qu' on interrompt brusquement le cercle, un coup, une piqûre*, UNE COMMOTION, *suivant les circonstances, tout comme au moment qu' on le complete* ec. – (V. Collez. cit. Tom. 2.° Par. 2.ª pag 119: la famosa Lettera è in data di Como 20 Marzo 1800). Nessuno a proposito di questo delicato soggetto ha mai citato l' Opuscolo anonimo. Ma ciò che maggiormente fa conoscere un' ingiusta trascuratezza in riguardo del medesimo Opuscolo, si è, che nessuno ne abbia fatta menzione, nè anche in considerazione del suddetto fenomeno delle contrazioni che accompagnano l' interrompimento del circuito. Eppure tra tutti gli autori che sull' argomento di simile fenomeno furono ricordati e da M.r Sue, nella *Storia del Galvanismo*, e dal professore Bellingeri, nelle sue *Esperienze ed Osservazioni sul Galvanismo* (Memoria composta nel 1816 ma pubblicata soltanto nel 1828, nel Tom. 23.° delle Memorie dell' Accademia di Torino), e dal professore Marianini nella sua *Memoria sopra la scossa che provano gli animali nel momento che cessano di fare arco di comunicazione ec.* (Venezia 1828), non ve ne ha

possono eccitarli. E per condurci con qualche sicurezza stabiliamo, che quando questa torrente scorre placidamente ed equabilmente, allora il muscolo sembra dover essere in quiete. Non è però che anche allora detta torrente su di esso muscolo agir non possa; mentre potrebbe forse colla forza che esercita nel medesimo, scorrendo nell' indicata maniera,

alcuno, eccetto M.r Lehot (*), che cogli esperimenti e col raziocinio abbia portato maggiori lumi sul medesimo fenomeno, che se ne sia assicurato con più cautele insegnando di non confondere questo, come in certi casi si potrebbe, con quello delle contrazioni nell' atto del chiudimento dell' arco, che meglio in somma lo abbia stabilito, di quel che abbia fatto l' autore dell' Opuscolo. Ed in vero, che questi avesse per inconcusso il fenomeno di cui ragioniamo, si riconoscerà fin dal primo Capo dello stesso Opuscolo (V. pag. 158 sulla fine del paragrafo – *Ora quest' arco* ec., e pag. 159 le ultime parole del paragrafo – *Sì l'arco semplice* ec.), e ancora dall' esordio del Capo VI.° (pag. 175, 176); che siasi egli adoperato a dimostrarlo sperimentalmente con tutte le avvedutezze ed esattezze che si potrebbero mai pretendere pel tempo in cui dettò il suo libro, ne converrà chiunque consulti lo stesso Capo VI.° dalla pag. 178 in avanti; che finalmente lo abbia illustrato servendosene ad appoggio della sua dottrina, ciascuno lo vede dallo stesso luogo sotto cui abbiamo messa questa nota, lo confermerà riscontrando il paragrafo che incomincia – *Ma questa ipotesi ec.* – alla pag. 205 (nel quale paragrafo il fenomeno

(*) *M.r Lehot (nel* 1801 *) pel primo studiò* le leggi *del fenomeno in discorso, e di quello pure delle contrazioni all' atto del chiudimento del circuito, servendosi di esperienze molto simili a quelle che veggonsi descritte in questo Opusc. sul fine della pag.* 228 *e della* 229*, e sul fine del Suppl. all' Opusc., e a quelle pure ritrovate nella Memoria manoscritta del Galvani del* 1795*, della quale fu dato un breve sunto nell' Appendice al Rapporto sui MSS. di Lui (V. questo pag.* 66*, e Sue Hist. du Galv. Part.* 2.a *pag.* 123 *). Un tale studio dai due preclarissimi professori Bellingeri e Marianini, non che dal Nobili fu poscia portato tanto avanti, da far parere esaurito il suggetto: servironsi questi principalmente della Pila.*

tenerlo in quello stato di tensione, ossia di contrazione, nel quale trovasi naturalmente in tempo di quiete, e potrebbe, in tale azione della torrente, consistere quella forza che l' immortale Hallero ha chiamato forza contrattile animale, per distinguerla dalla semplice forza contrattile fisica, che appartiene alla elasticità. Quindi per avere un moto muscolare

in discorso viene rettamente opposto ad un' ipotesi del Caldani (*)), e il paragrafo che incomincia – *Queste sembrano* ec. – alla pag. 239, e così pure lo confermerà in progresso. Anche nel Supplemento a questo Trattato dell' Arco conduttore dovremo contrassegnare un caso specialissimo di contrazioni nell' interrompimento del circuito, il quale avrebbe meritato tutta l' attenzione de' successori del Galvani tanto fisici, quanto fisiologi; ma esso non incontrò miglior sorte, che queste altre preziosità vere dell' Opuscolo delle quali discorriamo. Forsechè l' esser questo uscito senza nome d' autore lo fece dimenticar facilmente! Ma le gelosissime e fecondissime sperienze delle contrazioni pel contatto di sole parti animali (pag. 210 a 213, 244, e Suppl. cit.) meritavan bene al libro, in cui vennero da prima in luce, di essere maggiormente studiato e di restare in maggiore onoranza presso i posteri, quantunque non raccomandato alla celebrità di un nome.

(*) *Questa ipotesi del ch. anatomico Floriano Caldani* (pag. 203 e 204), *sia detto qui per incidenza, va considerata come il primo sentore che siasi avuto delle correnti elettriche prodotte per la* sola *condizione della diversità del tempo dell' immersione in un liquido delle due estremità dell' arco metallico. Simile ipotesi del Caldani non è menzionata per niente nella Storia del Galvanismo di M.r Sue. Le produzioni di esso sul Galvanismo sono contenute in due Opuscoli intitolati* – Riflessioni sopra alcuni punti di un nuovo sistema de' vasi assorbenti, ed Esperienze sulla Elettricità animale – (*Padova* 1792), – Osservazioni sulla Membrana del timpano, e nuove Ricerche sulla Elettricità animale – (*Padova* 1794). *Non soltanto per l' accennata veduta tali produzioni sono comendevoli* (*V. nella Storia di M.r Sue, citato il Caldani dal Reinhold circa alcune particolari opinioni ed esperienze galvaniche, Par.* 1.a *pag.* 143, 144, 168, 174: *dovrebbesi citare rispetto ad altre esperienze ancora*).

qualunque, ossia per avere nel muscolo una contrazione, atteso tutti gli esperimenti su riferiti, sembra richiedersi, che si alteri il sistema di questa torrente, ossia che si alteri il placido ed equabile suo corso per l' arco naturale, e se ne accresca la velocità e la forza: senza una tale alterazione pare che non si possa ottenere moto alcuno. Prendiamo l' argomento

Anche oggi giorno, passando sopra a certe sottigliezze, che caratterizzano l' ingegno dell' Autore (quell' ingegno cui si deve tanto!), il libro stesso può leggersi con profitto.

Prescindendo anche dall' ommissione dell' Opuscolo dell' Arco conduttore, la quale rende imperfette le notizie storiche date fin qui sul fenomeno delle contrazioni all' atto dell' interrompimento o aprimento del circuito o dell' arco, non par mica che tale fenomeno sia stato notato in prima dal Volta e dal Fowler, poscia dal Valli, dal Rutherford, e dal Pfaff, come suppone (forse dietro un luogo della Storia di M.r Sue; V. Par. 1.a pag. 144) il celebre signor professore Marianini nella su lodata Memoria. Si prosegue perciò questa nota ad oggetto di ristabilire ciascuno di questi autori nel posto che su di ciò gli compete, avendo anche riguardo al tempo in cui scrissero, tanto più che da questo lato pure il Galvani sembra primeggiare.

Il Volta tocca del fenomeno, solo in due luoghi delle sue Opere: l' uno è quello da noi poco prima riportato, e l' altro è in una nota alla *Seconda Parte* della sua *Memoria sull' identità del fluido elettrico col fluido galvanico*, uscita la prima volta nel 1802 (V. Annali di Chimica del Dottor Brugnatelli Tom. 21.° pag. 199 e seg.; oppure Collez. cit. Tom. 2.° Part. 2.a pag. 219): il professore Marianini cita soltanto il luogo di questa nota, il quale non è rimarchevole che per una congettura ingegnosa (che s' incontra pure dietro il luogo da noi riportato) propostavi a spiegazione del fenomeno istesso, congettura, combattuta dal Marianini medesimo e dal Nobili, la quale un po' più avanti di questo Opuscolo trovasi pure accennata e respinta, per cui avrem motivo di contrassegnarla ivi. Sicchè non ispetta al Volta di essere annoverato tra i primi scopritori del fenomeno, avendone trattato solo di sfuggita, e dopo che più altri aveanlo notato: è però stato egli il primo a verificarlo colla Pila. Il dottor Eusebio Valli ebbe veramente pel primo la sorte d' osservare *un caso particolare* di questo

da ciò che avviene usando l' arco artifiziale. Ottenute le contrazioni nell' atto dell' applicazione di esso, tutto di poi si mette in quiete, quantunque, se si attenda a ciò che poc' anzi abbiamo ricordato avvenire nell' atto della divisione dello stesso arco artifiziale, scorra allora pel medesimo, e per la parte interna dell' arco naturale, ossia per la sostanza nervosa,

fenomeno, e rimarcò in oltre, che, mentre le contrazioni della rana accadevano nell' atto che si levava l' arco eccitatore (di piombo), non accadevano più, nel suo esperimento speciale, all' atto in cui l' arco stesso veniva apposto alle armature (di zinco, e di piombo) dell' animale. Ei faceva questa preziosa osservazione intorno alla metà dell' anno 1792 (V. Sue Hist. du Galvanisme ec. Par. 1.ª pag. 35, 10.ª Exp.); trovasi essa accennata nel Processo verbale di sue sperienze, eseguite avanti ad una Commissione dell' Accademia di Parigi, il quale può dirsi formare la sua seconda produzione sul Galvanismo (*). Per altro nelle nove *Lettere sull' Elettricità animale* dello stesso preclaro esperimentatore, date negli ultimi mesi del medesimo anno 1792 e uscite nei Tomi 41.° e 42.° (An. 1792, 1793) del Giornale di M.r Rozier (Observations sur la Physique ec.), tra centinaia di esperienze descrittevi non pur una ne rinvieni che possa confermare l' osservazione in discorso, o che vi abbia una qualche attinenza: dal che si comprende il poco conto ch' ei fece di una tale osservazione, e che fu ben lontano di concepire, dietro essa, il fenomeno generale a cui appartiene. Ma lo concepì, lo esprimette ne' convenienti termini generali, e lo dimostrò ben tosto perfettamente il Galvani colle esperienze tutte sue proprie di questo Opuscolo; talmente che nella storia dell' importante soggetto di cui trattasi, Egli ha dritto più presto al primo che al secondo posto. Pubblicava egli in fatti il suo Opuscolo sul principio del 1794; e il Fowler, il Rutherford, il Reinhold (citato dal Bellingeri immediatamente dopo il Valli: V. sua Mem. ricor. pag. 158) non fecero cenno del fenomeno di cui si ragiona, che in Opere uscite dal 1796, o 1795, al 1798 (V. Sue Hist. ec. Par. 1.ª pag. 123, 144, 196, 213). In quanto al cel. Pfaff, se pure ne ha

(*) *La prima produzione del Dottor Valli sullo stesso soggetto è contenuta in una Lettera, che pubblicò in data del* 5 *Aprile* 1792, *ricordata dal Volta* (*V. Collez. cit. Tom.* 2.° *Par.* 1.ª *pag.* 37).

una torrente elettrica, e verisimilmente più ampia, e con una velocità maggiore che non scorreva prima, atteso la qualità meglio conducente di esso arco artifiziale. Or stabilitasi una tale torrente, per avere nuove contrazioni non fa egli di mestieri, che inducansi in esso arco artifiziale nuove mutazioni, sia per cangiamento di contatti, sia per interruzione di parti? Le quali

parlato ne' suoi scritti sul Galvanismo pubblicati nel 1793 e 1794 (Sue id. pag. 132), e non soltanto, come a noi sembra, in Opere posteriori, siccome su di ciò si è limitato quasi solo ad opporre (Sue id. pag. 22) il fatto delle contrazioni nell' atto dell' interrompimento dell' arco, all' ipotesi del Galvani di un disequilibrio elettrico inerente o proprio al corpo dell' animale (e chiunque vedrà tosto come una tale opposizione fosse lieve, e come forse sarebbe paruta poco opportuna allo stesso oppositore, se avesse conosciuto l' Opuscolo dell' Arco conduttore), non può questo distinto elettricista competere su di ciò stesso, più che i prenominati, coll' Autore dell' Opuscolo.

Tra gli scrittori che intorno a tale argomento ponno meritare una qualche menzione, non v' ha trascurato un F. Barker. I due seguenti passi sono stati copiati dalla sua Dissertazione (Dissertatio Fisiologica etc. De Invento Galvani etc.) che si legge nel Tom. 1.° Quaderno di Gennaio 1796 del Giornale del Brugnatelli intitolato — *Avvanzamenti della Medicina e Fisica* ec. — (pag. 58).

Contractiones non minus metallis disjunctis quam contingentibus cieri. Ranarum membra hoc modo afficiuntur. Et metallorum effectus in corpore humano disjunctis, non secus ac contingentibus metallis, locum habent. Quod ostenditur inserendo inter labium superius et gingivam, zinci frustulum, et cantho oculi interno argenti frustulum adhibendo, simul enim ac tangant fulgor ante oculos cernitur, iterumque dum sejunguntur.

Simul ac metalla ab invicem sejunguntur, electricitatis minus capacia fiunt, et rursus electricitatis motus oritur, et inde membrorum contractio (V. Giorn. cit. pag. 90, 91).

È però curioso che sul vero suggetto nostro, che vede ciascuno essere quello accennato chiaramente in questo secondo passo, e confusamente nei due primi punti dell' altro, non sia portata nè pure una sola esperienza, in tutta la Dissertazione del Barker. Per cui, se egli non

mutazioni, ben considerate, ognun vede che non possono infine non alterare il corso della detta torrente esterna, e in conseguenza quello dell' interna ancora (*a*). Posta una tale necessità, ricerchiamo ora le cagioni varie, che possono indurre la predetta alterazione; e ciò rapporto ai moti sì artifiziali, che morbosi, come anche volontari. E incominciando dai primi, quantunque tali cagioni sieno tutte esterne, pure egli è a considerarsi, che altre di esse esercitano il loro potere immediatamente nell'esterna torrente, altre nell'interna, e tutte sì nell'un caso che nell' altro eccitano le contrazioni. Quelle che agir possono su l' esterna si riducono singolarmente all' arco artifiziale.

Or veggiamo come questo, giusta i principii stabiliti, alterar possa la detta torrente esterna, ed eccitare i moti. Può egli ciò fare in varii modi: in primo luogo, facendo deviare benchè per poco dal nervo la detta torrente, e costringendola

affermasse con tanta sicurezza come fa, che avvengono le contrazioni all' atto del disgiungimento dei due metalli formanti l' arco, si potrebbe credere ch' ei non ne avesse avuta altra prova, che quella fondata sulla sua ipotesi; secondo la quale nel contatto e nella separazione degli anzidetti metalli si muterebbero le loro capacità per l' elettricità, come mutasi quella dei due piatti del Condensatore ec.

Chi può procurarsi più Opere originali sulla materia, di quel che a me è stato concesso, ed ha amore a rivendicare ai dotti il loro, e quel senno ch' io non ho, rivegga, rettifichi.

prof. Gherardi.

(*a*) Si ponderi innanzi tratto ciò che l' Autore per via d' esperimenti e di raziocinio deduce, circa la virtù o influenza del cangiamento de' contatti dell' arco sulle contrazioni, alle pag. 161, 165, 166, 170, 172 a 174, e 239. Poi si vedrà che il considerare l' interrompimento dell' arco (pag. 250, 251 e not. (*b*)), non meno che il predetto cangiamento di contatti come mutazioni indotte in quello, il porre che simili mutazioni alterino di necessità il corso dell' elettricità già stabilito fin dall' atto dell' applicazione dell' arco all' animale, e finalmente il riguardare questa alterazione nel corso dell' elettricità, ossia il variar subitaneo della corrente elettrica, dovuto alle stesse mutazioni,

a fare, nell' atto di passare nell' arco, una specie di sbalzo o salto sia da una parte di nervo all' altra, sia da una parte di nervo al muscolo; il che sembra non poter ella fare senza accrescer l' impeto e la forza sua, e in conseguenza anche quella della torrente interna: non altrimenti par che succeda nella boccia artifiziale, nella quale, intonicato di materia coibente il conduttore della superficie interna, lasciati però alcuni piccolissimi meati nell' intonico, e bagnato di umidità l' intonico medesimo sino alla superficie esterna della boccia, si ottiene, mediante l' arco, assai spesse volte una qualche scarica, la quale certo non si avrebbe, quando, coll' applicazione dell' arco, non si deviasse l' elettricità dal suo placido corso per la umidità dell'intonico (pag. 247). Ma comunque la cosa sia, senza questo sbalzo non si ottengono le contrazioni: quindi, ove si applichino al detto nervo le sole armature distanti l' una dall' altra, ancorchè dissimili ed eterogenee, niuna contrazione insorge, non venendo costretta la detta torrente esterna nè a deviare dal nervo, nè a fare alcuno sbalzo, per l' esatto adattamento delle armature in tutti i loro punti sì alla superficie, che alla umidità del medesimo; ma nascono bensì, ove le dette armature vengano a contatto, essendo allora la stessa torrente costretta, per la forza dei metalli, a sbalzare da una armatura all' altra, e in conseguenza ad escire da un punto del nervo, e trasferirsi ad un altro, benchè a menomissima distanza dal primo.

quale condizione necessaria all' avvenimento di nuove contrazioni dopo quelle che accompagnarono il ricordato atto, sono tutte sentenze rettissime, che collimano assai bene coi risultamenti di ricerche analoghe moderne: le quali sentenze fanno onore al Galvani, e colle ingegnose conghietture, e verità di fatto sparse a dovizia nel presente Trattato, sono molto proprie a mostrare, che il sistema che le suggerì, o a favore del quale vennero prodotte, non è poi stato tanto infecondo, quanto a senso di taluni potrebbe sembrare.

prof. Gherardi.

Ognuno pertanto facilmente comprende, che il determinare la detta torrente a questa uscita, e a questo sbalzo da una parte di nervo ad un' altra, o dal nervo al muscolo, è proprio solamente dell' arco, qualunque egli sia. Or le cagioni, per cui ogni arco smuove dal nervo la proposta torrente, ed a se la rapisce, sono singolarmente le seguenti: cioè, o la miglior sua qualità deferente in paragone di quella dell' arco naturale esterno, come allor quando è fatto di metallo, di carbone ec.; o la strada più breve che egli presenta alla detta torrente, come quando, per una gamba posteriore tenendo l' animale preparato nella maniera del Galvani, si fa poggiar coll' altra su d' un piano deferente qualunque, anche su della superficie di semplice acqua contenuta in un vaso, e rivolgendo il nervo del medesimo, ed incurvandolo verso i muscoli, si conduce a contatto dello stesso piano, o della stessa superficie dell' acqua; o finalmente l' una e l' altra insieme di queste circostanze, come quando, formando arco col medesimo nervo, si arma nella estremità sua, e si conduce a contatto del muscolo parimente armato. Però non soltanto dipendono le contrazioni dal trar che fa l' arco a se la detta esterna torrente, ma ancora dalle alterazioni che in esso arco riceve, per le quali si accresce la forza delle medesime: il che venir potrebbe dalla opposizione di ostacoli, per vincere i quali debba la detta esterna torrente accrescere lo sforzo e l' impeto suo, e in conseguenza quello ancora dell' interna; come quando l' arco è composto di più pezzi, e quando è eterogeneo, oppur quando, cambiando i contatti, viene sforzata essa torrente a scorrere per nuovi punti del medesimo arco e per diversa direzione, ciò che avviene allora che si smuovono semplicemente le foglie metalliche eterogenee usate a modo di arco. La forza poi delle detta torrente non solo si accresce opponendovi alcuni ostacoli vincibili, ma altri ancora levandone che di per se superar non possa.

Questi ultimi ostacoli, a ben considerarli, riduconsi singolarmente all' interruzione dell' arco conduttore benchè menoma, e, direi quasi, affatto insensibile; egli è per questa ragione che si eccitano le contrazioni, quando comprimonsi e meglio si adattan tra di loro le foglie metalliche, che innanzi non si combaciavan così bene che formassero nn arco continuato.

Ma tornando agli ostacoli, che, dipendenti singolarmente dalla eterogeneità della materia, e frapposti nell' arco possono accrescere la forza della torrente, ed eccitare le contrazioni, convien avvertire, che se la difficoltà che pongono essi in una parte dell' arco fosse compensata da eguale, o poco dissimile aiuto in un' altra, allora la forza della torrente esterna per esso arco resterebbe come non alterata, e quella in conseguenza dell' intima non soffrirebbe mutazione alcuna, o certamente nna tale mutazione sarebbe minima. Sembra questa la ragione per cui, allora che le armature sono simili, e si applica ad esse l'arco artifiziale, benchè efficacissimo, come quando son ambe di stagno, e ad esse si adatta l' arco d' argento, o niuna contrazione si sveglia, o sommamente piccola; mentre in questo caso, quanto l' esterna torrente trova di aiuto nel passare dallo stagno, non buon conduttore, all' argento, che ne è migliore, altrettanto riscontra di ostacolo passando da questo a quello, per la stessa differenza di facoltà conduttrice; onde la torrente interna rimane poco o nulla alterata. Tutto all' opposto poi avviene, come è chiaro, ove le armatnre sieno dissimili.

Ma oltre le accennate cagioni, l' arco artifiziale avvalora la forza della detta esterna torrente anche sforzandola a partire da se, ed a trasportarsi, ed a sbalzare o in un altro arco artifiziale, o all' esterno naturale: il primo caso sembra avvenire allor quando si taglia la foglia metallica che formi arco, ed abbia sotto di se uno strato di acqua, come fu mostrato nel Capo VI.° (pag. 181); l'altro, quando si divide l'arco

metallico, che sia solo: sebbene le contrazioni che in quest' ultimo caso avvengono, potrebbonsi forse da taluno spiegare per un regresso di elettricità pel nervo al muscolo onde partì (*a*), a me per altro pare più verisimile la spiegazione, che ho portata, dello sbalzo della torrente all' arco esterno naturale. Apparisce chiaro pertanto dal fin qui detto,

(*a*) Questa congliettura, di attribuire ad un *regresso d' elettricità* le singolari contrazioni che accadono nel momento dell' interrompimento dell' arco, presentata qui dal Galvani (V. pure pag. 264), e tostamente da Lui stesso posposta ad un' altra, è appuntino quella che il Volta, più tardi, propose ed ammise come naturalissima, e che partecipò della celebrità d' un tanto fisico, non meno che di quella del Marianini e del Nobili, i quali a tempi nostri la confutarono. Lo rilevi ciascuno dai due seguenti passi dell' Opere del Volta, il primo de' quali tien dietro a quello che si è riportato nella nostra nota (*b*) (pag. 252), e l' altro vien pure accennato nella stessa nota.

« .... *ces sensations (un coup, une piqûre, une commotion qu' on eprouve souvent au moment qu' on interrompt le cercle....) causées* PAR UNE ESPÈCE DE REFLUX *du fluide électrique* ..... » (V. Collez. dell' Opere del Volta Tom. 2.° Par. 2.ª pag. 119, nella Lettera a Sir Banks del 20 Marzo 1800).

Una tal contrazione ..... succede soltanto alla prima invasione del torrente elettrico (e talvolta anche al momento che, rompendosi il circolo conduttore, si arresta tal corrente ad un tratto, o piuttosto per l' istantaneo impedimento che incontra DA' ADDIETRO, *come figurar ci possiamo)* ..... » (V. Annali di Chimica del Brugnatelli Tom. 21.°, Anno 1802, pag. 199 in nota; e Collez. cit. Tom. 2.°, Par. 2.ª pag. 219 id.).

Se il Marianini nel comporre la sua celebrata *Memoria sulla scossa* ec., che incomincia colla confutazione dell' esposta veduta del Volta, avesse avuto contezza che una simile veduta erasi presentata prima al Galvani e non l' aveva assentita, sarebbesi per certo compiaciuto di ritrovarsi in ciò d' accordo, benchè per ragioni molto diverse, col primiero promotore di questi studi. Dicasi lo stesso dell' illustre Nobili; tanto più che questi, nel respignere il pensiero di un riflusso o regresso di elettricità in tal caso, desunse le

che si accrescerà la forza della esterna torrente, e quindi quella ancora dell' interna, e le contrazioni si otterranno, tanto se la torrente esterna di continuata che era diverrà interrotta, quanto se passerà dall' essere interrotta all' essere continuata: ciò che facilmente si comprenderà avvenire allor quando, essendo l' animale collocato sovra un piano metallico, e l' armatura del nervo o l' uncino poggiando parimente sul medesimo, si dia qualunque benchè minimo urto o allo stesso piano, o ai corpi che comunicano con esso; mentre, chi non iscopre che allora, mediante un tal impulso, l'uncino o l'armatura dell' animale alzandosi alcun poco dal detto piano, e nel momento stesso cadendovi, s'interrompe, e sul momento stesso si unisce l' arco, parte formato dal piano metallico, parte dall' uncino o dalla foglia metallica? Qual meraviglia pertanto che insorgano allora le contrazioni, siccome riferisce il Galvani? Quando mai queste non si volessero nate dalla sola mutazione di contatto, e quindi da un nuovo arco; il che in alcuni piccolissimi moti del piano potrebbe aver luogo, come sembra averlo certamente allor quando si striscia, o si sfrega, o in altra maniera si move l' uncino o la foglia metallica sopra il detto piano, senza punto scostarla dal medesimo. Se i fisici inducessero questa, o altre mutazioni nell' arco scaricatore delle lor boccie, che fosse a bella posta formato di diverse materie e di più pezzi, potrebbero forse dar qualche lume circa queste accennate congetture, e arricchir di nuovi trovati la Fisica.

Ma lasciando loro tali ricerche, noi, dopo avere indicate le

sue ragioni da esperimenti, che strettamente attengonsi ai galvaniani delle contrazioni eccitate col mettere direttamente in arco nervi e muscoli, de' quali si fa discorso alle pag. 210 a 213, e 244, e nel Suppl. al presente Trattato: V. Nobili *Analisi sperimentale e teorica degli effetti elettro-fisiologici della rana* ec. (Collez. delle sue Op. Tom. 1.° pag. 152). *prof. Gherardi.*

varie cagioni che nei moti artifiziali alterar possono la torrente elettrica fuori del nervo, passeremo a proporne alcune che alterar la possono entro il nervo stesso. Queste, qualunque esse sieno, non sembrano dover essere molto dissimili nel loro modo di operare da quelle proposte relativamente alla torrente esterna; mentre la sostanza interna del nervo forma essa pure una parte di arco naturale, come abbiamo indicato, anzi la parte più attiva e più somigliante allo stesso arco artifiziale.

Or queste cagioni si riducono singolarmente al taglio del nervo, alla stiratura, alla compressione del medesimo, ed allo stimolo; e sebbene le tre prime a quest' ultima si potrebbero riferire, tuttavolta, a maggior chiarezza ed intelligenza, io terrò tale divisione. Il taglio del nervo o totale, o parziale (quello cioè di alcuni de' filamenti che lo compongono) interrompe questa parte di arco naturale, e in conseguenza il corso della torrente; perciò costringendola, siccome abbiamo proposto, o a trasportarsi e a sbalzare ad una nuova parte (possiam dire ad un nuovo arco), o a ritornarsene nell' interna parte del muscolo, induce i moti nell' atto stesso, il corpo che taglia sia egli di natura deferente, o coibente; quando pure alcuno non volesse sospettare, che, nel caso dell' instrumento deferente, s' ottenesse il moto, non per l' interrompimento della torrente, ma per la interposizione del corpo tagliente che induce eterogeneità nell' arco naturale.

La stiratura poi allontana le parti componenti del nervo, e cangia i contatti, e questo cangiamento solo sarebbe sufficiente, come abbiamo dimostrato, ad eccitare i moti: potrebbe ancora la stiratura del nervo dar luogo a nuove parti fluide d' introdursi nei vani lasciati, e quindi, per la mutazione della sostanza, svegliare i moti. La compressione muta essa pure i contatti, ed avvicinando le suddette parti tra di loro, ed adattandole meglio le une alle altre, altera il corso della

detta torrente, rendendole più spedito il cammino, e per tal ragione forse eccita le contrazioni; non altrimenti che le fa insorgere, per la stessa ragione, siccome abbiamo proposto, la compressione tra di loro delle stesse foglie metalliche che formano l' arco artifiziale. Finalmente, venendo allo stimolo, questo penetra, o no la sostanza del nervo. Se non la penetra, l' azione sua si riduce o ad un semplice e leggerissimo contatto, o ad una pressione: se è il contatto, ove il corpo stimolante sia coibente non si otterranno le contrazioni; ove poi il corpo stesso sia deferente, s' avranno bensì, ma a patto però che chi applica lo stimolo, l' applichi in modo che, toccando con una mano l' animale e coll'altra stimolandolo, faccia una specie di arco: se poi sia la pressione, nasceranno i cangiamenti dei contatti, e per essi insorgeranno le contrazioni. Che se lo stimolo penetri la sostanza del nervo, allora producè quasi le stesse mutazioni che il taglio, e dipendentemente da quelle indur deve le contrazioni.

Tale stimolo poi può essere solido, come un ago, o fluido, come qualunque acre e penetrante liquore, per esempio l'olio di tartaro, l' acido vitriolico, l' acido nitroso deflogisticato (*a*). È però da notarsi, che, trattandosi di stimolanti fluidi, questi possono ancora eccitare maggiori le contrazioni per la maggiore mutazione de' contatti, e pel maggiore cangiamento di sostanza che inducono nel nervo col frapporsi in copia tra le intime parti di esso: anzi alcuni alle volte ne alterano in modo la struttura, da renderlo incapace, dopo le prime contrazioni, a darne con qual siasi degli accennati artifizi delle nuove; tale è per esempio l' alcali volatile fluore, lo spirito di vitriolo (*b*) ec.: per contrario ve n'ha altri, come l' olio di tartaro, la forte soluzione di sale marino, che,

(*a*) Acido nitrico.

(*b*) Acido solforico allungato coll' acqua.

sebben capaci di produrre gravissime e lunghe convulsioni, non distruggono però in modo la tessitura del nervo, che questo non vaglia, coll' applicazione dell' arco, o col taglio, a dar nuove contrazioni de' muscoli.

Sia questo detto dei moti artifiziali. Passiamo ora, colla scorta di quanto abbiamo in essi scoperto, alla considerazione dei moti di convulsioni, o sia dei moti eccitati da interne morbose cagioni, e da quelle in primo luogo, che, applicate all' intima sostanza del nervo, ossia alla parte interna dell' arco, possono indurre le accennate mutazioni dell' intima torrente. Queste mutazioni, nella proposta analogia tra l' arco artifiziale e il naturale, sembrano ridursi singolarmente a due, cioè, alla mutazione di sostanza, ed alla mutazione de' contatti.

Ora, per congetturare alcuna cosa ragionevolmente su le cagioni che inducono tali mutazioni, credo opportuno il venire ricercando alcuni lumi dalla Medicina stessa; quindi in primo luogo è da considerarsi quali sieno i soggetti che particolarmente son presi da convulsioni, e quali in genere le morbose loro cagioni. I soggetti sono i gracili singolarmente e delicati, quelli nei quali la fibra è molle, è abbondante la parte sierosa del sangue, e scarsa altresì la separazione della pinguedine. Le cause poi generalmente sono, acrimonie di varia natura che infettano la massa degli umori. Dunque i soggetti sottoposti di leggieri alle convulsioni sono quelli, ne' quali i nervi, per la esposta mollezza, sono facilmente suscettibili di mutazioni di contatti, e quelli, ne' quali i fluidi sono poco o nulla coibenti, e molto altresì eterogenei, e misti a particelle acri, così chiamate dai medici, ossia a particelle atte a penetrare, a dividere, a separare la sostanza delle solide parti, come viene chiaramente dimostrato da varii esulceramenti ora grandi, ora di una natura, ora di un' altra, che formansi singolarmente nella sostanza della cute, e fino della stessa dura epidermide di quelli, che a tali acrimonie vanno soggetti.

Or ciò posto, non potrebbero esse particelle, insinuandosi nella sostanza interna dell' arco naturale, ossia del nervo, renderlo eterogeneo, e mutare i contatti delle parti che lo compongono? Tali mutazioni non altererebbono esse, e non poco, la interna torrente elettrica, per le ragioni poc' anzi addotte trattando delle cagioni dei moti artifiziali? Che se queste mutazioni giugnessero a tale che ne rimanesse gravemente viziata l' interna tessitura del nervo, non si altererebbe allora la facoltà del moto? Anzi non cesserebbe ella affatto, ove l' alterazione fosse somma, siccome abbiamo detto avvenire per l' azione di certi troppo arditi stimolanti esterni? Atteso pertanto questi medesimi esperimenti, e atteso l' analogia, non potremmo forse, dalla diversa alterazione indotta in essa facoltà motrice, sperar di poter dedurre con qualche probabilità i diversi gradi di alterazione dell' intima sostanza del nervo, e la diversa forza delle interne cagioni che lo attaccano, e forse, col tempo e con nuovi esperimenti, la diversità ancora delle acrimonie che inducono le convulsioni.

Ma che che sia di questo, e delle diverse cagioni che possono alterare l' intima sostanza del nervo, ossia la porzione interna dell' arco naturale, facciamoci ora a ricercar quelle, che possono, operando su la parte esterna dell' arco stesso, alterare l' esterna torrente, e in conseguenza la forza dell' interna, ed eccitare i moti di convulsione. Ognun vede che le medesime cagioni che mutar possono l' arco interno, ossia la interna sostanza del nervo, potranno pure alterare similmente l' arco esterno, ossia le esterne membrane del nervo, e gli umori in esse contenuti: anzi, se consultiamo la ragione e gli esperimenti, lo potranno assai più facilmente; mentre, chi non vede che le accennate acri ed eterogenee particelle potranno con maggiore facilità, e in maggior copia frapporsi e mescolarsi agli umori contenuti in esse membrane, e segnatamente nella cellulare, di quello che lo possano nella

solida midollare sostanza del nervo? Gli esperimenti poi ci hanno dimostrato, che, quantunque la teca dei nervi sia sicuramente più dura e più compatta della sostanza loro midollare, tuttavolta le parti saline ed eterogenee, che ad arte si sono adoprate, hanno maggior forza e dominio, per eccitare le contrazioni, su di quella, che su di questa. Così, l' olio di tartaro, od una soluzione di sal marino poche o languidissime contrazioni eccitano, se vi s' immerga la sola e nuda spinal midolla o intera, o divisa, o tutta, o in parte; mentre le fanno insorgere per lo contrario prontamente, e molte, e fortissime, e di lunga durata, se vi s' immergano i nervi crurali, ed anche a piccolo tratto: tale differenza da altro non può ripetersi, che dal difetto nella spinal midolla di quella teca che veste i nervi. Ora se ciò che fanno nella spinal midolla e ne' nervi questi acri liquori, s' intenda fatto, come è verisimile, dalle accennate morbose cagioni, ove applicate sieno alle esterne parti del nervo, si potrà allora facilmente intendere la ragione, per cui alcune convulsioni, quantunque forti e di lunga durata, pure di rado lascino dopo di se gravi alterazioni nella facoltà motrice; laddove altre convulsioni, di altra natura, benchè in apparenza di minor forza, pure viziano non poco, e talvolta estinguono affatto la suddetta facoltà motrice: la cagion di quelle potrebbe appartenere, nella proposta idea, alle membrane del nervo, e quella delle seconde alla midollar sostanza principalmente, la quale quanto è più facile, per la mollezza sua, a viziarsi gravemente, tanto è più essenziale alla integrità delle funzioni di esso nervo.

Per la stessa ragione, se vi avesse cosa che potesse in qualche modo condurre a sospettare, che la morbosa cagione appartenesse più al detto arco esterno che all' interno, sarebbe appunto singolarmente la niuna, o piccolissima alterazione del moto rimasta nella parte, dopo avvenuta la convulsione;

come, per contrario, l' alterazione, e molto più la totale estinzione della facoltà motrice ne potrebbe far credere con ragione, che la detta causa avesse operato con maggior forza nell' interna che nell' esterna parte del nervo, oppure in entrambe egualmente, siccome abbiamo detto avvenire allor quando si bagnano i nervi coll' acido nitroso deflogisticato, o coll' acido vitriolico; mentre questi, alterando tutto quanto il nervo, estinguono affatto la facoltà motrice de' corrispondenti muscoli.

Ma questa stessa differenza di azione e di effetti di questi diversi interni umori stimolanti, non potrebbe ella indicare, oltre le diverse parti del nervo che vengono offese nelle convulsioni, la diversa indole ancora delle stesse morbose cagioni, ossia delle stesse acrimonie, come abbiam detto di sopra? Una tale congettura, siccome le altre fin qui proposte a questo intendimento, non mancano di qualche verisimiglianza, e l' esame loro non può essere nè più utile, nè più interessante. Quindi io inviterò i dotti medici a non perderle di vista, anzi a travagliare in esse con nuove ricerche, ed estendere i loro travagli fino ai cadaveri di persone che furon suggette a convulsioni, o morte di queste. Però checchè sia della maggiore attività delle morbose cagioni, giusta o il diverso sito del nervo su cui operano, o la diversa loro indole, sembra essere verisimile, che, agendo elleno nell' arco esterno, possano alterar molto il corso dell' elettricità animale per esso nervo, e in conseguenza alterare i moti de' muscoli ai quali il nervo stesso appartiene. Il che, oltre gli addotti esperimenti che ne muovono sospetto, viene ancora in qualche maniera additato dalle alterazioni di moto, dalle convulsioni, e dalle contrazioni muscolari spasmodiche eccitate o per l' ingorgamento della teca nervosa, o per l' effusione fra essa e la sostanza del nervo quando di uno, quando di un altro umore. Le osservazioni proposte dal signor Tissot, ove parla delle

malattie degli inviluppi, quelle del signor Cotunnio, ove tratta della sciatica nervosa, e quelle di altri dottissimi Autori non lasciano luogo a dubitarne.

Ma inoltre, gli esperimenti del Galvani fatti nell' animale preparato, e quelli del Volta sull' animale vivente e naturale, atteso l' analogia, ne condurrebbero ancora a scoprire altra sede della causa delle convulsioni, fuori cioè, ed anche lungi dal nervo: poichè essi ci dimostrano, che un arco meglio conduttore ed attraente dell' elettricità animale, di quello che lo sieno i naturali fluidi animali, o l' acqua, applicato pure lungi dal nervo colle sue estremità, ed anche alle parti esterne dell' animale, è valevole ad eccitare le contrazioni dei muscoli ai quali il medesimo nervo appartiene; or perchè gli umori morbosi ed eterogenei, meglio deferenti dei naturali, non potrebbono pure, stagnando in alcune parti interne fuori del nervo ed a qualche distanza dal medesimo, formare una specie di arco interno meglio deferente del naturale, ed indurre le contrazioni? Non mancano certo esempi di convulsione, che avevano le loro cagioni esistenti lungi dai nervi: le sezioni dei cadaveri ne hanno dimostrato qualcuno.

Ma d' uopo è di nuovi esperimenti e di nuove ricerche per istabilire su di ciò alcuna cosa: se l' ozio e il tempo me lo accorderanno, non mancherò di travagliare su di questo punto che potrebbe non essere infecondo di utili scoperte. Comunque però sia la cosa, le congetture fin qui proposte ed i riferiti esperimenti sembra certo ne abbiano aperto un qualche adito a nuove ed interessanti cognizioni circa le cagioni, ed i fenomeni delle convulsioni. La ipotesi delle mutazioni dei contatti nelle parti del nervo, secondo la quale tali mutazioni vengono considerate come cagioni attivissime ad eccitare le contrazioni, pare ne additi una qualche spiegazione de' più difficili fenomeni delle convulsioni, come l' eccitarsi esse talvolta da piccolissima quantità di morbosa materia.

Così la stessa ipotesi sembra additare qualche ragione onde avvenga, che, in alcune convulsioni, il solo moto locale della parte convulsa, benchè piccolo e volontario, basti a renderla nuovamente sottoposta alle primiere convulsioni; poichè non potendosi verisimilmente esercitare tal moto, senza che restino allungati o piegati i nervi, o in altra maniera mossi, par verisimile, che in tali mutazioni si abbiano a cangiare in qualche modo i contatti delle parti viziate ed eterogenee (le quali deposte nei medesimi nervi eccitavano le convulsioni), ed a rendere gli archi naturali più efficaci del consueto. Forse per la stessa ragione nel tetano, nella catalessia, talvolta qualunque moto anche leggiero impresso nella persona afflitta, è sufficiente a farla ricadere nelle convulsioni di prima. Ma tutto questo appartiene, come ognun vede, singolarmente alle convulsioni che traggono origine dai soli nervi, indipendentemente dal cervello. Or come andrà la cosa in quelle che nascono dal cervello, ossia dal luogo della unione degli archi naturali, o vogliam dire de' nervi? Per esso pure sembrano poter aver luogo le accennate congetture non tanto dell' arco formato dalla midollare sostanza, dalle membrane, e dall' umidità, siccome pei nervi, quanto delle cagioni atte a indurvi i su riferiti cangiamenti, e, dipendentemente da essi, le varie convulsioni. Potrebbero concorrervi ancora altre circostanze, ed avervi luogo altre leggi, ed altre condizioni; onde di questo ci riserbiamo a parlare dopo nuovi esami e tentativi.

Ma venendo finalmente ai moti volontari, e alla cagione loro, qui pure l' accresciuta forza della più volte nominata torrente elettrica potrebbe aver luogo; mentre l' anima, colla meravigliosa sua ed incomprensibile maniera, agendo nel cervello, potrebbe determinare e mandare per mezzo del nervo una maggiore copia di elettricità a quel muscolo cui essa vuol muovere, e in tal guisa avvalorare la forza della

torrente interna, oppure imprimer potrebbe in questa un qualche impeto, o finalmente, agendo nel nervo, accrescere l' attività dell' arco naturale mutandone i contatti.

Ma checchè sia della forza, e della maniera di agire di questo Ente immortale e sorprendente, che rimarrà sempre di gran lunga superiore alla umana cognizione, l' agente materiale sembra certo essere, siccome finora ci siamo studiati di provare, una elettricità particolare e propria dell' animale, nella quale si scorgono bensì alcuni caratteri comuni colla elettricità universale, ma altri ancora vi si ravvisano proprii ad essa, e in tutto simili a quelli dell' elettricità della torpedine, pei quali viè più ci è sembrato appartenerle giustamente il nome di elettricità animale. Questa elettricità pertanto è quella, che, lasciate da parte tutte le ipotesi, e le studiate ragioni contrarie all' esistenza sua, merita di essere con tutto l' impegno e le più fine ricerche esaminata, per iscoprirne vie meglio le proprietà e le leggi. Due sono le leggi fin qui trovate per mezzo degli esperimenti; l' una, di agire solamente mediante l' arco; l' altra, di non distogliersi mai dall' animale a cui appartiene, ma, posta in azione, di tendere sempre con ogni sforzo a ritornare al medesimo, e di permetter solo di essere trasportata da una parte all' altra dello stesso animale. Queste stesse due leggi si riscontrano, come è noto a ciascuno, nella boccia di Leyden, e nella torpedine. Le proprietà poi che fin al giorno d' oggi si sono scoperte nella stessa elettricità, a sei singolarmente si possono riferire: l' una, di agire più efficacemente per mezzo dell' eterogeneità dei conduttori; l' altra, di agire egualmente nel voto, che nel pieno; la terza, di esigere per l' azione sua l' immediato contatto dei corpi conduttori, non agendo mai a distanza alcuna, benchè minima; la quarta, di essere sempre pronta naturalmente ad operare con tutta l' efficacia e la forza, senza che sia preventivamente mossa, e sviluppata, o

cumulata da alcuno di quegli artifizi, che usar sogliono i fisici nell' elettricità comune, per ottenerne l' azione; la quinta, di non passare in niuna maniera per la fiamma, come facilmente vi passa la comune; la sesta finalmente, di non eccitare il minimo moto nel più squisito elettrometro, e neppure nell' animale trovato dal Galvani, e confermato dal Volta il più sensibile d'ogni altro, quantunque poi sia ella di tanta energia e valore da mettere in moto la gamba di un cavallo, di un bue: nel che l' elettricità animale si mostra realmente assai dissimile dalla comune sparsa nei varii corpi. In fatti la elettricità comune dell' uomo, chiamata dal celebre sign. Gardini elettricità spontanea, benchè minima, però negli elettrometri squisitissimi di lui si manifesta per modo, da poterne distinguere il vario stato positivo, o negativo, ciò che io penso non sia per accadere della elettricità che io chiamo animale; il che confermato che abbia sì celebre autore, sottoponendo questa ai medesimi suoi ingegnosissimi elettrometri, sarà vie più posta in chiaro e resa certa la differenza tra essa elettricità animale, e quella dell' uomo che appartiene alla comune. Per ora noi passiamo a notare alcun' altra differenza tra queste due elettricità. E in primo luogo, una tale elettricità spontanea dell' uomo, benchè sensibile ai detti elettrometri, pure applicata ai nervi non è capace di eccitare il menomo moto nei muscoli; laddove la elettricità animale, sebben insensibile a tali artifizi, pure eccita tanti e sì gagliardi moti di tal genere. Inoltre quella, per essere eccitata, ha bisogno de' moti del medesimo uomo, o di sfregamento che egli faccia sopra alcuni corpi, o che venga fatto sopra di lui; quando invece l' animale elettricità, come abbiamo dimostrato, è sempre pronta, senza alcun preventivo artifizio, all' opera.

Sono queste le leggi e le proprietà della elettricità animale, che dalla comune e volgare assai bene la distinguono. Ma il

sommo Autore della natura altre verisimilmente le ne avrà date, nè poche, nè di scarso valore, a vantaggio dell' animale economia; onde per iscoprirle d' uopo è d' ulteriori travagli ed esperimenti, ai quali noi incitiamo ed animiamo quanto mai i fisiologi ed i medici. Ma tornando alla differenza tra la comune elettricità e l' animale, quantunque essa sia tanta e tale, quale l' abbiamo dimostrata, non è però da negarsi il sommo influsso e la somma azione di quella in questa: ciò viene confermato dagli esperimenti, e dalla minima copia di elettricità artifiziale che basta, applicata ai nervi denudati, per mettere in azione l' elettricità animale e indurre quindi le muscolari contrazioni. Una volta che ci fosse nota la varia maniera con cui quella ciò faccia (*a*), e molto più

(*a*) Vale a dire, se conoscessimo la maniera con cui l' elettricità artifiziale, nell' agire sui nervi denudati, metta in giuoco l' elettricità animale, e per ciò induca le contrazioni ec., esprimendo con tutta chiarezza l' Autore nel precedente senso, che in quella guisa che l' elettricità animale, giusta il sistema suo, è l' agente immediato di tutte le contrazioni promosse dalle svariate cagioni di cui ha discorso fin qui, così debba esserlo pure di quelle che vengono eccitate o promosse dall' elettricità artifiziale. Egualmente dunque deve intendersi quello che di seguito s' aggiunge circa all' elettricità naturale o atmosferica. Quindi a ragione l' Autore asserisce poscia, che *noi siamo all' oscuro* di questa maniera con cui l' artifiziale elettricità, o la naturale promuovano le contrazioni, o le convulsioni; e, conseguente Egli col sistema stesso, non a torto si limita a proporre su di ciò le proprie congetture (contenute nel Commentario, e nella Lettera al Carminati), dirette appunto a suggerire una maniera con cui l' elettricità esterna potrebbe mettere l' elettricità animale in giuoco opportuno alla produzione de' moti muscolari; e finalmente con ragione Ei qui non fa motto della spiegazione di questi effetti elettro-fisiologici (nel caso delle azioni elettriche a distanza, o per influenza) in allora divolgata presso i fisici, quella, cioè, *del colpo di ritorno*, o del contraccolpo elettrico, quantunque non si possa dubitare che a lui fosse ignota, avendola già di sopra menzionata, non solo, ma

la maniera con cui l' elettricità comune sparsa per l' atmosfera, o tratta dal seno della terra venga applicata ai nervi dell' animale vivente, e dell' uomo ed in questi ecciti le contrazioni muscolari forzate ossia le convulsioni, verremmo forse in cognizione delle cause che stabiliscono un sì costante e sì grande rapporto tra i cangiamenti dell' atmosfera e certe convulsioni. Ma per ora noi ne siamo anche all' oscuro, nè possiamo che attenerci alle congetture su di questo proposte dal Galvani. Avvertiremo solo, che siccome il fluido elettrico cavato dalla macchina è il più efficace eccitante delle contrazioni artifiziali, o vogliam dire delle artifiziali convulsioni, così pure delle naturali sembra doverlo essere il fluido elettrico tratto dal seno della terra, o dall' atmosfera. Anzi pare dover questo essere tanto più efficace, quanto che è assai

trovata soddisfacente sotto il rapporto fisico (pag. 206); sotto il rapporto fisiologico, di cui qui si tratta, Ei con ragione, ripeto, non fa motto di una tale spiegazione, giacchè questa non mette in essere nulla sulla maniera da Lui ricercata che il suo fluido nerveo (l' elettricità animale) venga posto in azione dall' elettricità ordinaria. Tutto ciò torna a pienezza di prove, se non erro, di quella parte della nota (3) al Rapporto sui MSS. del Galvani (pag. 74), che riguarda le gravose comuni asserzioni de' fisici su di Lui. Io lo dirò anche una volta. Non si è voluto far ragione alcuna al Galvani del suo sistema: certe sottigliezze, conseguenze logiche per altro di questo; alcune oscurità ed ambagi, scoglio inevitabile dell' arduo cimento di Lui; certe reticenze infine, sonosi tutte volute avere quali altrettanti segni evidenti d' imperfetta conoscenza e quasi di pretta ignoranza di leggi fisiche, o come sviste e difetti negli esperimenti, mentre dovevansi meglio imputare a preoccupazione di sistema, a quella preoccupazione però alla quale in origine si deve tutto, e in progresso non poco: io sono ora penetrato e pienamente convinto di questo, prima essendo stato nella comune persuasione riguardo al Galvani, prima che avessi la pregiata sorte di occuparmi degli studi e della dottrina di questo grand' Uomo.

prof. Gherardi.

verisimile, che il medesimo abbia seco congiunti eterogenei principii, rapiti o dalla terra, o dall' atmosfera stessa, più penetranti assai e più attivi di quelli tratti dalla macchina, i quali valgano più efficacemente a indurre i sopra esposti cangiamenti nell' arco naturale. Ma il tempo e le nuove ricerche porranno in maggior lume questi interessanti oggetti, che noi abbiamo ora trattati solo in modo congetturale e per eccitare i dotti a travagliarvi sopra, sembrandoci questa nuova dottrina dell' elettricità animale quanto mai meritevole dei loro studi e delle loro fatiche: tanto più che, sebbene in essa sieno stati sparsi non pochi lumi, altri però ne restano a desiderarsi sommamente, come sarebbe; qual sia l' azion sua, quali le leggi nei moti dello stomaco, degli intestini, e de' varii generi de' vasi; quale il suo influsso nella circolazion del sangue, nel riassorbimento e nel moto della linfa; quale il suo dominio nelle secrezioni ed escrezioni; quale finalmente la parte che aver possa nelle metastasi, e nell' afflusso che si fa degli umori e de' viziati principii al luogo in cui viene applicato lo stimolo sia interno, sia esterno; e simili altre cose, che vede ognuno di quali cognizioni fornir potrebbero l' Arte medica, al cui vantaggio e rischiarimento hanno mirato, e mireranno mai sempre i nostri più lunghi studi e travagli.

SUPPLEMENTO

AL TRATTATO DELL' USO E DELL' ATTIVITÀ

DELL' ARCO CONDUTTORE

NELLE CONTRAZIONI

DE' MUSCOLI

SUPPLEMENTO

AL TRATTATO

DELL' ARCO CONDUTTORE (*a*)

Non avendo io giammai tralasciato di travagliare su l' animale elettricità, e di tentare nuovi esperimenti dopo l' Opuscolo pubblicato, mi cadde in pensiero di provare, se l' anzidetta mostravasi più pronta e più vigorosa lasciando l' animale quanto più potevasi vestito de' suoi naturali integumenti. A tale oggetto, fatta da me la solita preparazione del signor Galvani, non altrimenti svelsi la pelle dagli arti inferiori come fatto aveva per lo addietro, su le traccie del medesimo autore, quando si tentò l' esperimento proposto al cap. IX.° pag. 211, ma lasciatavela, l' apersi solamente tanto quanto bastar potea acciò i sottoposti muscoli potessero ricevere sopra di

(*a*) Questo Supplemento non solo uscì senza il nome dell' Autore, come l' Opuscolo precedente, ma anche senza data. Nell' accennare ciò al principio del Rapporto sui MSS. del Galvani (pag. 4 e 5), credetti per altro di poter assicurare che esso Supplemento fosse uscito dentro al medesimo anno 1794, sull' incominciamento del quale era stato per certo pubblicato l' Opuscolo. Ed invero questo sembrava risultare con sicurezza da alcune indagini e autorità raccolte in questa Patria dell' Autore. Ma dietro un passo di recente osservato in una Lettera del prof. Aldini al prof. Moscati, la quale leggesi nel Tomo 19.° Anno 1796 del Giornale di Milano — *Opuscoli scelti sulle Scienze* ecc. —, dubito che il Supplemento uscisse un po' più tardi del tempo assegnato nel Rapporto, quantunque una tale Lettera non porti

se medesimi i corrispondenti nervi crurali: dopo ciò, feci ricadere questi a guisa d' arco ne' sottoposti muscoli crurali laterali, e venir seco loro a contatto nell' indirittura della tagliata pelle. Fatto e rifatto l' esperimento, parvemi di vedere le non poche volte le muscolari contrazioni insorgere più forti e più vigorose del solito. Osservato questo, tentai un simile esperimento anche col nervo crurale esterno, applicandolo parimente a modo d' arco sovra i muscoli non più della coscia, ma della gamba, e sopra quello principalmente che al muscolo solare corrisponde, e ciò nel luogo precisamente, in cui dal prolungato taglio della cute restava esso scoperto. L' esito dell' esperimento fu lo stesso: le contrazioni mostraronsi quanto mai vivaci e durevoli, e le più volte egualmente gagliarde, non solo per mezzo della caduta e percossa sul muscolo, ma eziandio pel solo e leggerissimo contatto. Il metodo con cui feci l' esperimento si fu il seguente. Isolai nella parte posteriore

data certa: il passo è questo » *Sembreranno per avventura meno improbabili le proposte congetture, se si consulteranno alcune nuove esperienze riportate in un' Appendice* ULTIMAMENTE FATTA *al Trattato anonimo* Dell' uso e dell' attività dell' Arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli, *le quali tutte cospirano a mostrare l' esigenza di interna elettricità* (nella rana) » (Opusc. cit. pag. 225). È questa la più antica menzione che io abbia trovata del Supplemento di cui parlasi. – Si riscontrino altre due antiche menzioni della stessa produzione nella nota (6) al Rapporto (pag. 94, 95); il Volta cita l' Opuscolo anonimo senza il Supplemento ne' quattro luoghi accennati nella nota (1) allo stesso Rapporto (pag. 73).

L' unico scrittore moderno, tra i molti consultati, che io abbia visto ricordare e l' Opuscolo, e il Supplemento si è l' eruditissimo ed esattissimo sign. Prof. P. Pianciani nelle sue stupende *Istituzioni Fisico-chimiche* (Vol. 3.° Par. 1.ª pag. 96 in nota). Eppure certe maniere di esperimentare le contrazioni della rana pel solo contatto tra parti animali, e tutte le simili delicate esperienze, che fregiano la produzione in discorso, avrebbero dovuto procurarle maggiore rinomanza

della coscia il nervo da ogni altra contigua parte fino al poplite, lo trassi fuori dalla coscia medesima, poi presso il poplite posi una piccola e sottilissima lastretta di vetro, acciò, nel piegare che io facea il nervo, questo non venisse a contatto del muscolo e delle contigue parti, e non si disturbasse la prontezza e la sicurezza dell' esperimento. Così disposte le cose, alzava con un piccolissimo e sottilissimo cilindretto di vetro o di resina il nervo, e piegato questo su della medesima lastretta lo conduceva alla direzione del sopra esposto muscolo, indi, sottraendo ad un tratto il cilindretto, lo lasciava cadere sullo stesso muscolo, o, sostenuto dal vetro, lo conduceva a contatto del medesimo.

Veduto un tale accrescimento della forza elettrica animale in causa della cute lasciata, volli rinnovare tutti gli esperimenti più importanti che io aveva tentati colla sola applicazione

e in passato, e al presente. Que' fisici poi de' nostri dì, che rimisero in onore lo studio di cotali contrazioni, avrebbero avuto debito di riportar queste esperienze del Supplemento, non che le analoghe dell' Opuscolo (pag. 210 a 213, e 244) originalmente, e in tutta la estensione loro propria, tanto più che le medesime vennero quasi per esteso riportate, ed illustrate dal Galvani stesso nelle sue *Memorie* allo Spallanzani (V. l' intera prima Memoria ec.). Sonosi eglino invece attenuti su di ciò a sunti che ne comparvero in Opere d' altri, posteriori a queste del Galvani, i quali sunti ben si sa riescire d' ordinario infedeli ed imperfetti, oppure eglino stessi hanno fatto capitale soltanto di certe modificazioni delle esperienze in discorso, le quali non valgono le primitive originali esperienze del fisiologo bolognese. A me sembra che certi particolari risultati delle recenti relative indagini, i quali ponno apparire come novità, non siano che rinnovamento o restaurazione di alcuni, registrati mezzo secolo fa dal Galvani nelle presenti produzioni, e nelle Memorie allo Spallanzani; che invece certi altri risultati descritti nelle medesime offrano tuttora qualche cosa di nuovo, e meritino perciò di essere compresi e perfezionati, all' uopo, colle novelle indagini.

prof. Gherardi.

del nudo nervo al muscolo, e massimamente quello di far cadere il nervo su d' un muscolo staccato dall' animale, essendo questo l' esperimento che sembrava maggiormente opporsi alla teoria delle capacità (pag. 215 a 217), e favorire quella del giro dell' elettricità dal nervo al muscolo, ossia, come ha congetturato il signor Galvani, dall' una parte della fibra muscolare all' altra, e forse dall' interna all' esterna.

Tentato l' esperimento, e fatto cadere l' un de' nervi crurali su d' una porzione dei muscoli del basso ventre staccata dall' animale e stesa su d' un piano coibente, quei moti che nelle rane senza cute non mai era accaduto di osservare, si manifestarono tosto senza il menomo equivoco, e senza la menoma comunicazione tra esso muscolo e l' animale che si cimentava. Un tal cambiamento d' esito di esperimento mi sorprese non poco; e quanto conobbi doversi esso comunicar al pubblico per amore del vero, altrettanto parvemi meritare tutta l' attenzione e diligenza mia per rintracciarne l' ignota cagione. Fatti a tale oggetto molti e diversi esperimenti rilevai in fine, che tali contrazioni nascevano da un arco occulto (Cap. VIII.° pag. 184, 186 e seg.) formato nel nervo dal suddetto muscolo staccato, allorchè, lasciando cader quello sopra di questo, quello viene con questo stesso a contatto in varii punti, e che non nascevano già, come a prima vista sembrar poteva, o da uno stimolo che ricevesse il nervo dalle suddette carni nel cadervi sopra, o da una differenza di capacità tra le medesime e il nervo, per cui dal nervo alle carni, o da queste a quello passando la sovrabbondante elettricità, ne venisse stimolato lo stesso nervo, e ne nascessero per ciò le contrazioni. E in primo luogo, a chiarirsi che lo stimolo non è l' autore delle indicate contrazioni, basta fare i seguenti esperimenti. In vece di far cadere il nervo su d' una porzione di molle sostanza muscolare staccata affatto dall' animale, si faccia il medesimo cadere su di

un duro ed aspro piano coibente, come di vetro o di zolfo, od anche non buon deferente, come di marmo; chi non rileva dover soffrir in questo esperimento il nervo maggior urto, maggior impulso, maggior compressione, ossia maggiore stimolo dalla durezza e dall' asprezza del sottoposto piano, che dalle molli carni? eppure non si hà, in questa circostanza, alcuna delle indicate contrazioni.

Ma gli esperimenti ne mostrano similmente che le differenti capacità tra le carni staccate e il nervo che sopra vi si fa cadere, non sono esse la cagione delle su riferite contrazioni. Il chè per conoscere chiaramente, si armi il nervo di una lunga striscia di stagnetta; alle carni staccate si applichi una piccola moneta di argento, indi la sola e semplice stagnetta si faccia toccare leggiermente, od anche percuotere la moneta; niuna contrazione insorge: si tolga la moneta dalle predette carni, e si sovrapponga ai muscoli di quella coscia, a cui appartiene il nervo armato, indi si rivolga esso nervo, e facciasi che la medesima stagnetta tocchi parimente la moneta; ecco tosto le contrazioni, e prontissime, e vivacissime. Ma acciocchè l' esperimento riesca anche più decisivo, non prendasi, nel primo caso, qualunque muscolo, nè qualunque parte carnosa, ma bensì l' altra coscia dello stesso animale affatto staccata ed isolata perfettamente da quella, da cui pende il nervo armato; sovra tale coscia si applichi la piccola moneta nel luogo, e nel muscolo simile a quello, su cui applicavasi nel secondo caso; si conduca la stagnetta a contatto della moneta, od anche facciasi che percuota su d' essa; mancano totalmente le contrazioni: rifacciansi questi esperimenti le molte volte, il risultato sarà lo stesso; si avranno le contrazioni al semplice contatto della sola stagnetta colla moneta, quando questa sarà sopra la coscia a cui spetta il nervo, e indarno si attenderanno, quando questa sarà sopra l' altra coscia staccata ed isolata. E chi non vede, che, le parti dell' animale

poste a cimento essendo le stesse sì nell' uno che nell' altro caso, e le medesime pure le armature, deve pur anche essere la medesima la differenza delle capacità, e che quindi esser pure dovrebbe lo stesso in ambidue questi casi l' esito dell' esperimento, se dalla differenza delle capacità traesse origine il fenomeno? Mostrando dunque tutto il contrario l' esperienza, d' uopo è conchiudere, che le contrazioni da noi ultimamente osservate o non nascono dalla differenza delle capacità tra nervo e muscolo, o se pur nascono da essa, dipendono, non già da una differenza qualunque, e dirò così generica tra ogni muscolo ed ogni nervo, ma particolare e specifica tra il solo nervo e muscolo corrispondente; il che non può stare, come ognun vede, senza che v' abbia tra essi una preesistente naturale e determinata organizzazione e connessione, per cui venga naturalmente tenuta fuor d' equilibrio l' animale elettricità, ed al medesimo equilibrio condotta o pel semplice loro mutuo contatto, o per l' arco artifiziale, o per qualunque altra mutazione che in essi stessi avvenga. Dal che può ciascuno conoscere quanto mai sia una tale supposta differenza di capacità coerente alle idee ed alle congetture del signor Galvani, e quanto male s' accordi colle congetture proposte da altri, come sarebbe quella della differente facoltà conduttrice del nervo e del muscolo, l' altra della diversa loro evaporabilità (*a*), e così altre simili; mentre

(*a*) Non conosco per verità chi abbia messa in scena, nella prima epoca del Galvanismo, questa congettura della *diversa evaporabilità* del nervo e del muscolo, coll' intendimento di riferirvi la causa, o l' origine della corrente elettrica, che eccita le singolari contrazioni nate per l' immediato mutuo contatto di quelli, contrazioni investigate principalmente in questo luogo. Ma so bene che a' tempi nostri una somigliante congettura videsi suggerita dall' illustre Nobili, mentre propose che l' astrusa corrente dovesse *registrarsi tra le termoelettriche* (V. sua Mem. del 1.° Dicembre 1829 — Analisi sper. e teor.

tali qualità e differenze siccome è chiaro che sarebbero comuni a qualunque nervo ed a qualunque muscolo, dovrebbero ottenersi in conseguenza le contrazioni pel contatto e per l' artificiale comunicazione di qualunque nervo con qualunque muscolo.

Ma tornando al poc' anzi proposto esperimento, sembra egli inoltre chiaramente dimostrare, che dalla elettricità delle armature, e dalla loro eterogeneità non nasce altrimenti questo fenomeno; mentre se da ciò nascesse, essendo le stesse assolutamente le armature, la stessa la differenza e la eterogeneità loro sì nell' uno che nell' altro caso, e totalmente simili le parti animali, e simile la maniera con cui vi si applicano, dovrebbero le contrazioni egualmente manifestarsi in ambedue i casi; ciò che è totalmente contrario alla osservazione. Converrà dunque riconoscere altra causa eccitatrice di questi moti osservati, non solo quando si fa cadere il semplice nervo su la nuda sua coscia, ma eziandio quando si fa cadere su l' altra coscia staccata, e in luogo ancora totalmente simile. Nel primo caso è manifesto che il fenomeno dipende dall' arco naturale che forma il nervo co' suoi corrispondenti muscoli; nell' altro, ben ponderate le cose, dopo varii esami e ricerche ci è sembrato di poter ridurre la cosa all' azione di un arco occulto, che formasi dal muscolo staccato applicato colla sua superficie a differenti parti del nervo. E in fatti, che in tali contrazioni possa aver luogo l'arco,

degli effetti elettro-fisiologici della Rana ec. —, Collez. delle sue Opere Vol. 1.° pag. 152): la medesima congettura poi, in un con questa origine della corrente proposta dal Nobili, è stata rifiutata dal ch. sign. Prof. Matteucci (V. — Recherches phys., chim., et physiol. sur la Torpille, pag. 33 e 35, nel Fascicolo di Novembre 1837 della Bibl. Univ. di Ginevra; od anche — Essai sur les phénom. électri. des Animaux — 1840, pag. 83).

prof. Gherardi.

sembra assai bene dimostrarlo e la legge di questo trovata costante in tutti gli esperimenti, e la inutilità degli stimoli e degli aspri piani coibenti su de' quali cade il nervo, e la verisimiglianza e naturalezza che la superficie delle carni staccate venga realmente applicata al nervo a modo d'arco; mentre il nervo cadendo su d' essa, è assai facile che non con tutti i punti, nè con tutti ad un tempo stesso venga egli a contatto, ma prima cogli uni, poi cogli altri, e quindi formisi di essa superficie una spezie d' arco, e questo applicato prima ad una parte, poi all' altra del nervo. Così l' azion dell' arco in questo fenomeno sembra che ne venga non poco indicata anche dall' osservare, che, facendo cadere il nervo a bella posta in altri corpi deferenti, e segnatamente ne' metalli, nella maniera indicata, eccitansi le contrazioni alla caduta del nervo su d' essi, siccome eccitansi all' applicazione di un arco metallico, benchè omogeneo, al solo nervo, come altrove fu esposto (pag. 164, 165, 186, 187). Viene in ultimo confermata questa opinione, dall' essere le contrazioni tanto maggiori e più pronte, quanto più i corpi deferenti hanno in se le efficaci qualità dell' arco, come il diverso pulimento della superficie, l' eterogeneità della sostanza, e piuttosto un' eterogeneità che un' altra: quindi e più prontamente, e per più lungo tempo dopo la preparazione possono eccitarsi le contrazioni, se il piano su cui cade il nervo sia metallico, di quello che se sia animale; se parte aspro, parte pulito, di quello che se sia tutto pulito, o tutto aspro; se sia parte di rame, per esempio, parte di stagnetta, di quello che se tutto di rame, o tutto di stagnetta; se parte finalmente di stagnetta, parte di foglia di ottone o di argento, di quello che se composto di solo ottone, o di solo argento: cose tutte le quali perfettamente combinano con le scoperte leggi dell' arco.

Quantunque però da quanto si è fin qui esposto rilevisi, che

la sostanza muscolare, o alcun' altra parte animale, come sarebbe la cute dalla rana su cui si fa l' esperimento, applicata a qualunque parte di nervo possa fare le veci di arco, tuttavolta nuovi tentati esperimenti mi hanno dimostrato, esercitare esse parti più sicuramente e più facilmente un tale ufficio, se applicate vengano con un loro punto alla estremità del nervo reciso, con un altro ad altra parte del nervo, e segnatamente, come fu detto (pag. 244), alla teca membranosa. In fatti se ungasi di olio l' estremità del nervo, prima bene asciugata, o se si ricopra di un poco di vernice, e meglio se una sottilissima lamina di vetro si applichi al muscolo staccato, e sopra d' essa si faccia cadere l' estremità del nervo tagliato, egli è rarissimo che insorgano le contrazioni; e quando pure in questo esperimento sono talvolta avvenute, giammai non è ciò accaduto la prima volta, ma solo quando, essendo caduto altre volte il nervo su d' essa lamina, alcuna umidità aveva lasciata sulla medesima, che col sottoposto piano muscolare poteva formare arco: inoltre ciò è succeduto quando l' estremità del nervo è caduta sul vetro sì vicina ai confini di esso vetro colla superficie muscolare, che non s' è potuto con sicurezza determinare se la detta estremità, e molto più le sue parti vicine sieno realmente venute a contatto col vetro, ovver col muscolo. In fine, non tagliati punto nè i nervi, nè la spinal midolla, ma avendo solo isolati i nervi a modo del signor Galvani, e lasciati questi naturalmente appesi all' interno canal vertebrale congiunto col capo, indi spinto a contatto quando l' uno, quando l' altro dei nervi o colla coscia corrispondente, o con parte muscolare staccata, rarissime volte è avvenuto che siasi eccitato qualche moto, mentre, fatto l' esperimento col nervo reciso, come si è detto, di rado è accaduto che, essendo l' animale vegeto, sieno mancate le contrazioni, e che non sieno state vigorose.

Quanto si è detto finora relativamente alla sostanza muscolare, è parimente avvenuto servendosi, in vece d' essa sostanza, di un piano metallico, per esempio, di rame, d' argento, di mercurio. Donde nasca questo maggior valore, e questa maggiore efficacia dell' arco quando il nervo è reciso, se dall' essere più libero allora l' adito al passaggio dell' elettricità per la parte del nervo stesso tagliata, oppure, se dalla tendenza che ha l' elettricità alle punte ed agli estremi, o se dall' essere applicato allora l' arco a sostanze eterogenee, come io sarei portato a credere, cioè, parte alla teca membranosa del nervo, parte alla sostanza midollare del medesimo (in quella guisa che, circondata di foglia di stagno la spinal midolla, si hanno vigorosissime contrazioni se si tocchi a modo di arco parte l' involucro metallico, parte la medesima spinal midolla, e niuna se n' ha se si tocchi o il solo involucro, o la sola spinal midolla), o se finalmente da altra cagione, non anche ben scoperta, l' anzidetta maggiore efficacia dell' arco nasca, io non ardisco determinarlo. Avvertirò solo che tale facilità di effetto nel nervo tagliato, a preferenza dell' intiero, si riscontra principalmente ove l' elettricità non abbia che un piccol invito, come nel caso di applicare il solo nudo nervo al nudo muscolo, o ad un solo e semplice metallo: ma se ella venga richiamata da uno straordinario e possente invito, quali sono le armature eterogenee poste l' una al nervo l' altra al muscolo, allora spiccano assai forti le contrazioni benchè sieno intieri i nervi e la spinal midolla. Lo stesso avviene ancorchè il muscolo sia staccato, ma a condizione però che le due armature si tocchino in modo, che quella del muscolo venga a contatto parte col nudo nervo, parte colla armatura di esso onde formar arco.

Ma tornando all' arco che formasi quando si batte il nervo reciso su le carni staccate, egli è d' avvertirsi, che l' attività sua è di gran lunga minore che non è quella dell' arco

formato dallo stesso nervo applicato ai suoi muscoli corrispondenti. Di fatti, ove trattisi di applicare i nervi ai proprii muscoli, quando l' animale sia vegeto, e le cose tutte camminino del pari, le contrazioni succedono sempre, e per non piccol tratto di tempo, e con non poca forza; laddove, trattandosi di far cadere il nervo su le carni staccate, le contrazioni mancano le non poche volte, non si eccitano per lo più che a breve spazio di tempo, e sono assai languide: inoltre quando non più si eccitano con quest' ultimo artifizio, poste tutte le circostanze eguali, si eccitano col primo; anzi, ove sul pezzo di carne staccata percuota indarno il nervo, se pongasi questo stesso pezzo sovra i muscoli della coscia corrispondente al nervo, e nuovamente sopra il detto pezzo cader si faccia lo stesso nervo, immediatamente compariscono le contrazioni. Ciò a me è accaduto di osservare le molte volte, servendomi per carni staccate del piano muscolare formato dai muscoli del basso ventre. Finalmente il solo leggierissimo contatto del nervo co' suoi muscoli corrispondenti è attivissimo a risvegliare le contrazioni; ma non mi è mai accaduto di trovarlo atto nell' altro caso, essendosi sempre richiesta la percossa del nervo su delle staccate carni. Tale differenza sembra dimostrare certamente, in qualunque ipotesi, che il disequilibrio è realmente tra il nervo ed il suo corrispondente muscolo, e che la torrente elettrica scorre dal nervo al muscolo; ond' è che quando il contatto del nervo succede col suo muscolo corrispondente, l' arco naturale essendo allora applicato immediatamente al luogo del disequilibrio, e non così nell' altro caso, insorgono perciò e più prontamente e più efficacemente le contrazioni.

Or questa stessa non inverisimil spiegazione della proposta differenza di effetto tra l' uno e l' altro caso, sembra formare, a mio giudizio, una nuova prova dell' esistenza ed azione dell' arco occulto anche nel caso in cui il nervo cada

sopra i muscoli, o altri corpi deferenti staccati affatto dall' animale. E ciò pure sembra doverne rendere vie più cauti e guardinghi di non attribuire tosto un nuovo fenomeno ad una nuova cagione, o di crederlo contrario ad una legge già provata e stabilita, solo perchè di prima vista non iscopriamo il rapporto che aver possa esso fenomeno colla nota causa e colle dimostrate leggi, e non ne intendiamo la spiegazione e la dipendenza. Quanti fenomeni dipendono forse in natura dalle cognite leggi e cagioni, benchè noi, ignorandone ancora il modo, li ascriviamo a tutt' altre cagioni ed a tutt' altre leggi? Io son d' avviso che, giusta il comun sentimento de' dotti, il prudente filosofo, avendo scoperta una lunga serie di fenomeni tutti dipendenti dalla medesima cagione, incontrandosi poi in uno che, sebben dello stesso genere, pure non sembri accomodarsi alla medesima, dovrebbe egli in simil circostanza piuttosto cercare colla ragione e con nuovi tentativi di scoprire un tal rapporto, di quello che ideare nuove leggi e nuove cagioni. Se ciò da tanti sperimentatori e indagatori si facesse, quanto più esteso, e quanto più sicuro cammino non farebbesi nella Fisica generale, e quanto forse a quest' ora non sarebbesi fatto in questa nuova parte di Fisica animale? Alcune piccole circostanze non ben ponderate, quelle pur troppo sono che conducono talora anche i più dotti ricercatori del vero all' inganno ed all' errore. E siccome queste per essere talvolta piccole, minute, e difficili a scoprirsi, stancano ancora i più industriosi esperimentatori, così io spero di non far cosa dispiacevole a chi desiderasse d' impiegarsi in questo genere di finissimi e delicati esperimenti, se per ultimo gl' indicherò alcune piccole e minute circostanze necessarie pel pronto e felice esito di quelli, onde scemargli in tale guisa la fatica e il travaglio, e facilitargli così il cammino e l' avanzamento in questa nuova provincia.

Incominciando dalle contrazioni che si ottengono al toccar

che fa il nervo il suo corrispondente muscolo, esperimento di maggior rilievo e di maggior delicatezza, a far sì che riescano felicemente le contrazioni è mestieri, in primo luogo, che le forze dell' animale innanzi il taglio sieno ben vegete e robuste; appresso, che sieno i muscoli consistenti e forti, ben umidi, non flaccidi, nè mucosi: quindi per lo più torna meglio preparare i nervi avanti di denudare la coscia, massimamente in tempo di estate, nel quale, disperdendosi facilmente le umide particelle, la superficie dei muscoli resta facilissimamente prosciugata, e perciò divien' essa, rapporto all' elettricità animale, se non assolutamente coibente, almeno difficilmente deferente. Richiedesi inoltre che i nervi sieno ben lunghi, e quindi che l' animale sia grande, acciò l' estremità del nervo tagliato possa venire a contatto coi muscoli in luogo assai distante da quello in cui esso nervo s' inserisce naturalmente nei muscoli; mentre se l' un luogo fosse assai vicino all' altro, tornerebbe forse allora la medesima cosa che se si applicasse il nervo a modo d' arco allo stesso nervo, il che, trattandosi di nervo nudo e non armato, non abbiamo mai osservato bastare per eccitare le contrazioni: ciò poi sembra somministrare una nuova prova, che il disequilibrio dell' elettricità è realmente e naturalmente tra nervo e muscolo. Dalla necessità parimente di questa data distanza tra il luogo del contatto artifiziale del nervo, e quello della natural sua inserzione nel muscolo, ne nasce un' altra cautela, non poco interessante, acciò l' esperimento riesca facile; ed è, che la porzione dell' ossetto che rimane dopo il taglio, e su cui poggiar deve il nervo come sopra un punto fisso (pag. 210), sia di una determinata altezza; mentre se sarà troppo alta, l' estremità del nervo tagliato, dalla quale singolarmente dipende, siccome è stato detto, la maggiore attività dell' arco e la prontezza del fenomeno, non arriverà a toccare il muscolo se non in troppa vicinanza del luogo in cui lo stesso

nervo vi si inserisce, e saremo allora nel medesimo svantaggio poc' anzi accennato; se poi la detta porzione d' ossetto sarà troppo bassa, lo stesso nervo toccherà con una porzione del suo tronco il muscolo nello stesso svantaggioso luogo, e quindi formerassi anche in questo caso un arco, il quale, benchè di poco o niun valore per l' effetto bramato, basterà nondimeno per porre in equilibrio l' elettricità, e per rendere quindi inutile il contatto dell' estremità di esso nervo col muscolo anche nel luogo il più opportuno. L'importanza, e pressochè la necessità di tale cautela verrà chiaramente dimostrata dalla pratica stessa a chi si accinga a rifare questo esperimento.

Finalmente, pel felice esito dello stesso esperimento, d' altro metodo uopo è servirsi se la forza dell' animale sia vegeta, d' altro se languida. Se vegeta, il solo blando leggierissimo contatto del nervo col muscolo è sufficiente ad eccitare i più gagliardi moti. Ed acciò abbia l' esperimento un felice successo, e si rimuova ogni sospetto di stimolo nato da percussione, essendo collocato il nervo dell' una coscia sopra l' estremità dell' osso tagliato, e pendendo esso nervo lateralmente a qualche distanza dai muscoli, si prenda la rana preparata per l' altra coscia, indi pian piano s' inclini finchè abbassandosi la parte superiore della coscia su cui vuol farsi l' esperimento, ed alzandosi la sua corrispondente gamba, venga finalmente l' estremità del nervo pendolo a contatto coi muscoli; vedrassi sul momento del contatto muoversi ed alzarsi la coscia ultimamente nominata, e se l' animale sarà grande e ben vegeto, l' apice delle dita che lo sostengono sentirà come una specie di urto, il quale sembrerà propagarsi fino alla mano. Alle volte ancora i medesimi moti si sono ottenuti nel momento di levar dal contatto del muscolo il nervo (*a*); il che s' accorda assai bene con quanto altrove si

(*a*) Ecco il caso specialissimo di contrazioni nell' interrompimento del circuito, che venne indicato come cospicuo nella superiore nota

è detto della interruzione dell' arco artifiziale (capo VI.° da pag. 178 a 183), e mostra che l' arco naturale va del pari anche in questa proprietà con quello (capo XI.° pag. 238 e seg.). Ma se poi le forze dell' animale saranno languide, allora il solo blando contatto del nervo col muscolo non è sufficiente a risvegliare le contrazioni, ma v' ha di mestieri di qualche urto impresso: quindi bisogna alzare il nervo, e tutto ad un tratto lasciarlo cadere sul muscolo, oppure è necessario

(*b*) (pag. 254). Ciascuno converrà che esso è veramente cospicuo, e che dobbiamo rimproverarci che una simile preziosità non sia stata rimarcata tanto tempo prima, massime riflettendo che il Galvani stesso la riportò nelle sue *Memorie* allo Spallanzani, raccomandate dalla celebrità di questi due nomi (V. la fine del penultimo paragrafo della Memoria prima). Simile preziosità è degna in tutto dell' Autore del memorando Commentario: essa rende completo, e quasi a livello ancora de' recenti analoghi studi il rilevante fatto delle contrazioni pel contatto di sole parti animali, quel fatto da Lui legato alla posterità che può dirsi il più galvanico di tutti, quel fatto, che suggerisce tuttora che il sistema di Lui possa aver benissimo un fondamento in natura: essa inoltre, in un colla conseguenza che l' Autore ne trae tosto, è ben propria a giustificare, che Egli, discopritore senza dubbio delle contrazioni che accompagnano la formazione dell' arco, venga riguardato ancora come scopritore di quelle che accompagnano la divisione o l' interrompimento del medesimo (nota (*b*) pag. 251 e seg.).

Il Nobili, che primo a giorni nostri intese a restituire in onore e ad illustrare il predetto fatto co' suoi acuti studi su quella corrente, cui si piacque nomare *corrente propria della Rana*, notò in particolar modo le contrazioni che talvolta avvengono nell' aprire il circuito della corrente stessa: ma certamente ei non conobbe che contrazioni simili a queste fossero già state scorte dalla fina sagacia del Galvani, altrimenti non avrebbe mancato di farne onorevole e ben dovuta menzione (V. Nobili Collez. delle sue Op. Vol. 1.° pag. 68, 73, 151 ec.). Dicasi egualmente del Matteucci, che sulle traccie del Nobili intese ad avanzare queste importanti e delicate ricerche (V. Essai sur les phén. électr. des Animaux, pag. 74, 77).

prof. Gherardi.

con qualche leggiera percossa far balzare il nervo pendolo a contatto del muscolo. Forse con tale impulso verrà risvegliata, o richiamata più facilmente ed in maggior copia al nervo l' elettricità, e per conseguenza più facilmente e con maggior forza trasportata al muscolo, nell' atto del vicendevol loro toccamento. Si usi poi o l' uno, o l' altro metodo, giusta il vario stato dell' animale, convien sempre però tentare l' esperimento immediatamente dopo la morte e la preparazione di esso, e con questa avvertenza inoltre, che la superficie del muscolo nell' atto della separazion della pelle non venga per avventura lacerata; imperocchè ciò disturberebbe non poco, e sovente impedirebbe affatto il buon successo dell'esperimento: il che succede, forse, o per essere in tal caso alterata la struttura della fibra, o per venire allo scoperto l' intima sua parte, la quale, per le congetture proposte, si suppone avere pari elettricità col nervo. L' importanza di questa avvertenza si mostra chiara dallo sperimento da me più volte tentato sulla coscia di una rana, da cui io avea a bella posta risecata una porzione di que' muscoli sopra dei quali si fa cadere il nervo; perchè in tal caso, o non mai, o assai di rado sono apparse le contrazioni.

Ma lasciando da parte le cautele e le condizioni necessarie per la riescita di questo particolare esperimento, verrò per ultimo a quegli artifizi che conducono generalmente alla felicità e sicurezza di questo genere d' esperimenti nelle varie classi degli animali, e spezialmente in quelli che diconsi calidi, ne' quali l' esito è più difficile. Avvertirò per tanto in primo luogo, che il portare l' arco dal nervo al muscolo, usando ancora delle armature, se l' animale non è molto giovine ed abbondante di umori e recentissimamente preparato, d' ordinario poco o nulla vale ad eccitare le contrazioni. Il mezzo più efficace in questo genere d' animali egli è quello di armare il nervo colla stagnetta, e poi di adattare ad essa una moneta d' argento in

modo che con una porzione sua tocchi il nervo, coll' altra la stagnetta: in questa maniera otterrannosi le contrazioni e gagliarde, ed anche se il nervo sia solamente scoperto e non altrimenti isolato da tutte le parti contigue. Un altro mezzo parimente di molta efficacia, volendo separare il nervo dalle altre parti, ed adoperare in vece dell' arco artifiziale il naturale, conducendo il nervo a contatto del muscolo, egli si è quello di applicare una piccolissima armatura di foglia di stagno alla estremità del nervo, ed una simile di foglia di ottone al muscolo corrispondente (il che torna meglio), o agli altri muscoli vicini, se però sieno ben molli ancora e ben bagnati dai liquidi dell' animale; ad un tal mezzo, se l' animale era vivo, o recentemente ucciso e preparato, rado è che non abbiano corrisposte le più pronte e più valide contrazioni. Si sono pur' esse eccitate alternando eziandio le armature, cioè applicando la foglia d' ottone al nervo, e quella di stagno al muscolo, ma d' ordinario sono state meno pronte ad insorgere, e meno vigorose (*a*). In fine si eccitano le contrazioni negli animali caldi, come nei pipistrelli, negli uccelli, ne' piccioni, e simili, facendoli poggiare sopra qualche piano d' argento dopo averli scorticati, ed avere posta loro l' armatura di stagnetta lungo la spina del dorso, indi applicando l' arco, giusta il metodo inventato dal signor Volta, all' armatura ed al piano predetto. Si usi l' uno o l' altro degl' indicati

(*a*) Ecco un' altra osservazione intorno l' influenza che ha sulle contrazioni la posizion relativa delle due armature eterogenee applicate ai nervi ed ai muscoli. Essa è più conducente ancora delle analoghe osservazioni descritte nell' Opuscolo (pag. 228 in fine, 229 id.) alle pregevoli esperienze ed osservazioni di M.r Lehot, menzionate nella nota (*b*) (pag. 253). Rammenteremo che osservazioni simili incontransi pure nella Memoria manoscritta del Galvani, letta a questa nostra Accademia dell' Istituto il 26 Marzo 1795 (Rapporto pag. 63, 66).

prof. Gherardi.

artifizi, secondo il vario stato dell' animale, convien sempre tentare l' esperimento immediatamente dopo la morte e la preparazione del medesimo.

Ma già m' avveggo d' avere oltrepassati i confini di quella brevità che da principio m' era proposta, e che sembrava convenire ad un' Appendice: ma il desiderio di mettere maggiormente in chiaro questa nuova materia, e questa delicata maniera di esperimentare, ha fatto che io sia forse più del dovere minuto e prolisso, e ritocchi alcune cose, che sono state per avventura da altri accennate.

Indicazione dei passi del precedente Opuscolo e suo Supplemento citati nel Rapporto, colle pagine corrispondenti di questo e di quelli (V. Rapp. pag. 10 *in nota).*

Pagine del Rap.	Opus.	lin	
25	206	18	ma se per altre ragioni volesse egli ec.
48	279	4	Non avendo io giammai tralasciato ec.
	211	21	A togliere dunque ogni dubbio ec. (*a*).
49	184	2	Dell' arco occulto ec.
	238	2	Dell' arco naturale.
73	210	1	Ma venendo agli esperimenti ec. } (*b*).
	211	21	A togliere dunque ogni dubbio ec. } (*b*).
77	206	28	venga stimolato il nervo, e quindi posta in azione l'elettricità animale ec. (*c*).
91	208	6	Animerei bensì i fisici a rintracciare ec.
		18	Ma che che sia della struttura ec.
97	211	23	quale a me replicatamente è riuscito ec.

(*a*) *Vedi ancora alla pag.* 244 *il passo* — ove niun arco esterno ed artifiziale si adoperi, ec. —, *e il Supplemento quasi per intero, da pag.* 279 *in avanti.*

(*b*) *Le esperienze descritte in questi passi sono quelle citate dal prof. Aldini nella sua Memoria menzionata alla pag.* 73 *del Rapporto.*

(*c*) *Vedi pure alla pag.* 274 *il passo* — ciò viene confermato... dalla minima copia di elettricità artifiziale che basta, applicata ai nervi denudati, per mettere in azione l'elettricità animale ec. —: *vedi anche la nota* (*a*) *nella stessa pagina.*

MEMORIE

SULLA ELETTRICITÀ ANIMALE

AL CELEBRE ABATE

LAZZARO SPALLANZANI

PROFESSORE NELLA UNIVERSITÀ DI PAVIA

MEMORIE

ALLO SPALLANZANI

MEMORIA PRIMA.

Risposta al ch. professor Volta sulla pretesa elettricità de' metalli eterogenei, e sulla congetturata loro forza di sbilanciare la elettricità negli animali.

Ho letto con tutto il piacere nell' ultima, di che m' onoraste, le sperienze fatte da Voi su la respirazione dei pipistrelli, e trasmesse al celebre vostro amico signor Senebier; e da che pur volete il mio qualunque giudizio su di esse, vi dirò con ogni ingenuità, che a me sembrano molto belle, e che aprono un vasto campo di nuove cognizioni, non tanto su la letargìa in cui cadono i pipistrelli, ed altri animali loro simili a sangue caldo, ma su la tanto importante opera della respirazione, la quale, benchè a nostri giorni sia posta in assai maggior lume di quello che fosse nei tempi scorsi, non lascia però di essere ancora avvolta in molte tenebre ed oscurità. Quanto poi alla spiegazione che avete dato ingegnosamente dei fenomeni sull' avvicendarsi così facilmente la letargìa, e lo svegliamento in questi animali, io sono d' avviso che abbiate colto nel segno; parendomi appunto, che tutto attribuir debbasi parte al libero volere dell' animale, parte ad una speciale struttura degli organi della respirazione:

ond' io vi conforto a proseguire in queste belle sperienze, e ad adempiere ancora, per meglio accertarsi della cosa, le parti di anatomico. Eccovi in breve il mio qualunque sentimento.

Passo ora a pregarvi di un nuovo favore. E questo si è di volermi dare il vostro imparziale giudizio circa alcune mie riflessioni, ed alcuni nuovi tentativi su l' elettricità che io ho chiamata, colla scorta di non pochi illustri filosofi, animale. Siccome vi siete degnato di compiacermi in questo le molte volte e per lettere, e per voce, così voglio sperare che siate per farlo anche di presente: anzi ardirei dire, che ora mi sembra di poterlo dalla gentilezza vostra a buon diritto esigere, quasi per un certo ricambio della libertà, con cui v' ho dato qui sopra il parer mio. Fatelo adunque, anche per l' amicizia nostra, e per vantaggio della Fisica animale, tanto da Voi arricchita ed illustrata.

Versano le mie considerazioni ed i miei esperimenti in singolar modo sull' opinione del chiarissimo signor Volta circa l' elettricità animale: nel disputare su la quale opinione l' ubertà della materia m' ha portato sì oltre, che per amor di chiarezza e d' ordine ho pensato di dividere questo mio scritto in più Memorie, che tutte a Voi dirigo, e sottopongo al vostro fino discernimento. Voi sapete la dottrina e la penetrazione dell' ingegno di questo illustre filosofo; sapete i molti bellissimi e finissimi sperimenti da lui tentati, e sapete altresì come questi tendano a distruggere affatto l' elettricità di questo genere, ed a stabilire la macchina animale, rapporto all' elettricità, nulla più che un semplice corpo umido qualunque; tutto all' opposto di quanto io ho creduto, e mi sono studiato di dimostrare colle fatiche e coi travagli di molti anni.

Io con nuove considerazioni e nuovi tentativi ho procurato di sostenere questo pregio della macchina animale, a fronte delle forti ed ingegnosissime opposizioni del prelodato

autore; ma non so se sarò giunto a tanto. In tale dubbiezza permettetemi adunque che io, senza più, vi metta qui brevemente sott'un colpo d'occhio i gravi argomenti ed i bellissimi esperimenti, che il signor Volta in molte Dissertazioni pubblicate ha proposti a favr e dell' opinione sua.

Ammette egli adunque, nelle sue prime Memorie pubblicate, che il principio il quale, per mezzo dell' arco conduttore metallico e delle metalliche armature da me inventate, posto viene in azione, ed eccita le contrazioni ed i moti muscolari, sia realmente il fluido elettrico, come ho io giudicato e pubblicato il primo: in questo poi discorda da me, che dove io l' ho congetturato un fluido particolare e proprio dell' animale, egli per l' opposto lo crede il solo comune ed nniversale sparso in tutti i corpi, il quale, messo in giro dai metalli, se s' incontra in qualche nervo, lo urti e lo irriti, e quindi, come stimolo il più efficace d' ogn' altro sin' ora conosciuto, ecciti la forza nervea, quella cioè per cui si contrae il muscolo. Siccome per le dimostrate leggi dell' equilibrio della elettricità, un tal fluido non si pone in moto, molto meno in circolo, se non quando si trova sbilanciato, così egli per istabilire un tale sbilancio non ammette altrimenti una particolar macchina nell' animale, come io suppongo, ma ricorre alla differenza dei metalli che ad esso si applicano; ed una tale differenza pone primieramente nella diversa natura e sostanza dei medesimi, poi nella diversa loro politura, grandezza ec., e in fine nella differente collocazione degli stessi su le parti dell' animale. Dal che potete chiaramente scorgere, che conveniamo ambidue nell' esistenza dell' elettricità negli animali, e nel disequilibrio, o sbilancio della medesima, ma siamo poi discordi quanto all' indole che mostra, e quanto alla cagione di detto disequilibrio. Egli vuole qnesta elettricità la stessa che quella comune a tutti i corpi; io, particolare e propria dell' animale: egli pone la causa dello sbilancio negli artifizi che si

adoprano, e segnatamente nella differenza dei metalli; io, nella macchina animale: egli stabilisce tal causa accidentale ed estrinseca; io, naturale ed interna: egli in somma tutto attribuisce ai metalli, nulla all'animale; io, tutto a questo, nulla a quelli, ove si consideri il solo sbilancio.

Ora permettetemi di venir esaminando la cosa parte per parte. E in primo luogo, cominciando dalla natura dell'elettricità: come può dirsi l'elettricità, che noi ravvisiamo negli animali posti a cimento, pura e semplice elettricità comune, se si manifestano in essa caratteri tanto differenti da questa? Quand'è che la comune, benchè debole, non agisca a qualche minima distanza? Quando, che non attraversi uno strato d'aria, o di vuoto della macchina pneumatica? Quando, che non passi per un arco continuato, ma formato di più pezzi congiunti assieme a modo di catena in vece che di un solo filo di metallo? Eppure gli esperimenti miei, e quelli fatti pur anche da Voi sulla elettricità della Torpedine, elettricità che ha tanto rapporto con quella di cui trattiamo, chiaramente dimostrano la mancanza di questi caratteri nell'elettricità animale, che esistono nella comune. Inoltre, l'elettricità comune messa in isbilancio non si restituisce ella tosto all'equilibrio, e non cessa di dare indizio di se medesima, immersi che siano i corpi nell'acqua, o posti a lungo contatto con sostanze deferenti? Eppure niente di somigliante avviene nell'elettricità animale; perchè, quantunque sieno posti sott'acqua gli animali colle loro armature, e per conseguenza siasi dato luogo prima allo sbilancio cagionato da esse, secondo ciò che opina il signor Volta, e poi alla restituzione dell'equilibrio per la dimora anche lunga nell'acqua, ciò nulla ostante all'applicazione dell'arco insorgono iteratamente le contrazioni. In fine, perchè l'animale elettricità non attrae i corpi leggieri, a quella guisa che sono attratti dalla comune, benchè minima? Forse mi si risponderà, che il grado dell'elettricità animale è un infinitesimo,

rispetto a qualunque minimo e sensibile della comune, messa in isbilancio negli altri corpi. Ma a creder questo bisogna far gran forza a se medesimo, quando si rifletta: come possa mai succedere che, per esempio, in una gamba di un bue le armature, quantunque si voglia grandi, non pongano in isbilancio che una minima parte di elettricità incapace di dar segni, e come poi questa stessa minima parte sia valevole ad eccitare nella stessa gamba contrazioni e moti violentissimi? Di più, se detta elettricità è comune, perchè aggiungendo, o agli animali, od ai metalli, o agli archi che loro si applicano, di questa elettricità medesima, ed in una copia quanto vogliasi grande, oppure spogliando questi corpi di quella che contenevano, o in altra maniera artificiosamente sbilanciandola, non si ottiene mai la minima differenza d' effetto nella vivacità e nella prontezza delle contrazioni, come è stato dimostrato nell' Operetta anonima (*a*), che ha per titolo = *dell' uso e dell' attività dell' arco conduttore ec.* =?

Da tutto questo parmi di non andare errato se conchiudo due cose; la prima, che l' elettricità di cui si tratta non è assolutamente la semplice elettricità comune, tale quale si ritrova negli altri corpi, ma bensì modificata, e combinata con qualche principio animale per cui acquisti i riferiti caratteri, ed altri ancora suoi proprii. La seconda, che tale elettricità è assai più simile a quella del Ginnoto, ossia Anguilla del Surinam, e della Torpedine, che alla comune, come notai nel mio Commentario *de viribus electricitatis etc.* (pag. 107), avendo quella, giusta le osservazioni di tanti dotti, e segnatamente

(*a*) Non sarà inutile rammentare qui, onde si tenga presente nella lettura di queste Memorie, che autore di una tale Operetta (che in seguito vien' anche distinta coi nomi di Opuscolo, Libro), già riprodotta precedentemente, fu il Galvani stesso (V. Rapporto sui MSS. di Lui pag. 47 ec.; ed Operetta pag. 157 nota (*a*)).

di Voi, tutt' i caratteri poc' anzi esposti, totalmente dissimili da quelli della comune. Che se in questi animali ella giunge a tanto da dare la scossa, questo non altro significa, che una maggior copia di essa accumolata, e forse modificata nei medesimi per mezzo di una particolar macchina: onde si potrebbe paragonare quest' elettricità alla procellosa e fulminante, e quella degli altri animali alla pacata dell' atmosfera, come scrisse elegantissimamente il signor Volta nella sua Dissertazione (*a*), in cui onorò con tale graziosa somiglianza questa mia scoperta, ed accompagnò di quelle lodi, che essa non merita, e che poi tutto ad un tratto mi tolse in altre sue susseguenti Memorie (*b*).

Ma passiamo a parlare dell' altra opinione del signor Volta circa la cagione dello sbilancio, che egli pone nei metalli. Ogni qualvolta io abbia dimostrato, come credo di aver fatto, che l' elettricità da me trovata ha molta somiglianza a quella della Torpedine, e che simile è pure il circolo che ella fa negli animali cimentati, io crederei di aver fatto abbastanza per dimostrare e convincere chiunque, che lo sbilancio non dipende dai metalli, ma bensì dall' animale; mentre nella Torpedine niuno negar può il circolo della elettricità nel solo e semplice animale naturalmente costituito, senza alcun esteriore metallo; e siccome, giusta le note leggi dell' elettricità, non si fa circolo senza sbilancio, chi potrà negare che questo non nasca da particolare organizzazione di

(*a*) V. Memoria Prima sull' Elettricità Animale: Collezione dell' Opere del Volta, Tom. 2.° Par. 1.ª pag. 32.

(*b*) Ai tratti simili al presente, de' quali è dovizia in queste Memorie, chi non riconosce il raro ingenuo candore dello spirito elevato che le dettò? Sotto questo riguardo pure sono esse assai commendevoli, potendo esser porte ai dotti come modello di sincero ed urbano scrivere nelle loro disputazioni.

prof. Gherardi.

questi animali? E chi per conseguente, in forza di analogia, ricuserà di accordare questo stesso negli altri animali, in cui da me, e da tanti altri si è mostrato artificiosamente questo circolo? Ma della Torpedine, da cui ritraggo argomenti a conferma dell' opinion mia sulla elettricità animale, parlerò più diffusamente nell' ultima Memoria.

Ora per altro non voglio appoggiare le mie ragioni al solo argomento di analogia: e giacchè il signor Volta si serve di esperimenti per dimostrare la verità della sua teoria, e la falsità della mia, così è giusto ch' io tenga pure un simil cammino. Mi accorda egli adunque cortesemente, che quantunque volte i moti muscolari ottenuti senza alcun metallo, e riferiti nell' Opuscolo ultimamente escito in luce (c), fossero costanti,

(c) Cioè, il precitato Opuscolo *dell' arco conduttore*, il quale uscì sul principio del 1794 (V. pe' moti muscolari qui rammentati le pag. 210 a 213, e 244, e il Supplemento). Il Galvani dicendolo qui — *ultimamente escito in luce* —, si può arguire che la presente sua Memoria, quantunque pubblicata, insieme all' altre consecutive, nel 1797, venisse composta per lo meno due anni prima. Già nel Rapporto sui MSS. di Lui (pag. 68, 69) si mostrò che il suo lavoro importantissimo sulla Torpedine, compreso nell' ultima di queste medesime Memorie, fu letto all' Accademia nel 1796. Le difficoltà poi del Volta, qui appresso esposte ed analizzate, risguardanti l' esperimento dei moti muscolari ottenuti senza impiegar metallo alcuno, sono effettivamente quelle stesse che il gran fisico oppose, sulle prime, alla realtà ed entità di un tale esperimento: ciascuno può riscontrarle nell' ultima nota alla sua *Lettera seconda* al Vassalli uscita in Agosto 1794 (V. Collezione dell' Opere sue, Tom. 2.° Par. 1.ª pag. 226 a 229). Ma sulla fine del consecutivo anno 1795, lo stesso fisico, con molto vantaggio della scienza, mutò d' opinione a questo riguardo: ammise pienamente l' esperimento come *un fatto elettrico*; ne trasse anzi il partito di generalizzare il principio fondamentale del sistema suo, quel cospicuo partito che a tutti è palese, e del quale l' Autore nostro pure mostrasi edotto nella Memoria consecutiva (V.

e violenti come quelli eccitati dai metalli, e non dipendessero da alcun' altra estrinseca cagione, e segnatamente da uno stimolo che soffrono, a parer suo, i nervi nel venire a contatto coi muscoli, avvalorato ancora per l' acceleramento di moto che viene indotto nei medesimi dall' attrazione dell' umidità, m' accorda, dissi, che allora tai moti dipenderebbero dalla elettricità naturalmente sbilanciata nell' animale, e che le conseguenze, che ne deduce l' autore dell' anzidetto Opuscolo anonimo in favore della macchina animale, sarebbero giuste, ed andrebbero bene.

Facciamoci pertanto ad esaminare l' uno, e l' altro di questi due punti interessantissimi. Ed incominciando dal primo, io posso accertare, che non già poche volte, come egli asserisce, ma in molte, e molte esperienze mi è riuscito di ottenere tai moti quasi sempre, di modo che delle cento volte in alcuna solamente è mancato l' effetto: e tali esperimenti sono stati di nuovo tentati pubblicamente nell' Instituto nostro delle Scienze alla presenza di molti dotti scolari, e di altre persone in questo genere di cose assai bene versate, nè mai sono andati sinistramente. A maggior conferma del vero ho procurato che ai medesimi sperimenti prestassero cortesemente l' attenzione e l' opera loro varii miei illustri amici, tra i quali credo basti nominare il dottissimo Segretario della nostra Accademia Sebastiano Canterzani, a cui non ho mai tralasciato di far vedere ogni mio sperimento, e di comunicare ogni mia qualunque congettura, prima di pubblicarla; sebbene innanzi ad ogni altro io poteva nominar Voi, che, come in ogni maniera di scienze, così nella difficil arte dello sperimentare siete eccellente e solenne maestro, e che la mia buona ventura

la *Lettera terza* del Volta al Vassalli del 24 Ottobre 1795, e particolarmente la nota sotto la pag. 255 del precit. Tomo).

prof. Gherardi.

volle che avessi non solo testimonio, ma giudice ancora approvatore di questo stesso sperimento (*a*). Sembra dunque, che, sulla costanza dell' esito, ove l' esperimento sia eseguito colle debite cautele, venga tolta ogni dubbiezza. E mi lusingo bene che il signor Volta, accurato filosofo ch' egli è, non porrà in dubbio la verità di un fatto e di uno sperimento, solo perchè alcuna volta non succede; altrimenti, non potrebbe più ammettersi in Fisica per vero alcun fatto dallo sperimentar dedotto. Egli meglio di me conosce, che sono tali e tante le minute circostanze, e spesso ignote, che concorrono al buon esito dello sperimento, che è troppo facile che alcuna ne manchi, benchè si usi ogni diligenza; e che quindi il fenomeno, sempre per se costante, pur talvolta indarno si desideri.

Ma soggiunge egli di più, che tali moti non sono violenti, nè mai paragonabili a quelli eccitati dai metalli. Rispondo: che sono essi però tali da mettere in moto tutta la gamba della rana, e di farla alzare non poco; che se non sono gagliardi e forti al segno di quelli indotti dai metalli, questo però non prova che non si abbiano senza metalli. La presenza dell' effetto è quella che decide della presenza della causa; la quantità poi di esso decide della intensione singolarmente, e della gagliardia della medesima: ed infatti, se dalla sola quantità dell' effetto ci lasciassimo condurre a stabilire la causa, quanto spesso non andremmo noi errati? Un chiaro esempio, ed opportunissimo al caso nostro, ne porge la boccia di Leyden. Se dall' aversi una fortissima scarica, allorchè essa

(*a*) Or si vegga se non si asserì giustamente nel Rapporto sui MSS. del Galvani (pag. 95), che Egli in queste Memorie parli e si valga *da padrone* della scoperta delle contrazioni per immediato contatto tra le parti della rana, scoperta venuta primamente in luce nell' Opuscolo - *dell' Arco conduttore* - (V. pag. 210 a 213 e 244).

boccia è armata di metallo e vi si applica un' arco conduttore metallico, e, al contrario, debolissima e quasi nulla, quando non è armata e vi si adatta un' arco conduttore di legno verde o bagnato, alcuno ne traesse la conseguenza, che sono dunque i metalli la cagione dello sbilancio dell' elettricità e del fenomeno, e non piuttosto la diversa carica delle superficie, e la costruzione e natura della boccia stessa, come non andrebbe questi lungi dal vero? Giacchè tutti i fisici convengono, che i metalli, attraendo per natura loro e meglio conducendo il fluido elettrico, già nella boccia sbilanciato, ne accrescono bensì la forza, ma non ne producono essi lo sbilancio. Lo stesso m' immagino io avvenire nel caso nostro: avvalorano i metalli la forza dell' elettricità animale naturalmente sbilanciata, non la sbilanciano essi.

Ma passiamo alla seconda obbiezione quanto più sottile ed ingegnosa della prima, altrettanto più forte e seducente, a segno che, senza nuovi esperimenti, forse non potrebbesi totalmente distruggere. E qui permettetemi, che, a maggior chiarezza di quanto sono in appresso per esporre, io vi rimetta sott' occhio l' esperimento che è in questione. Preparata dunque al solito la rana, si taglino i nervi sciatici quanto più si può vicino al canale delle vertebre; si prenda indi la rana, e si sostenga in aria per una delle coscie o colla nuda mano, o per mezzo di qualche corpo coibente, ciò che torna lo stesso; si applichi indi il nervo sciatico della coscia libera e pendola sopra quella porzione di ossetto tagliato, che, nelle rane, corrisponde all' osso innominato de' quadrupedi, usando tutte le cautele esposte nell' Operetta anonima, e studiando singolarmente che il predetto ossetto resti libero e pulito da ogni parte muscolare. Così disposte le cose, si cerchi che il nervo, collocato sopra l' ossetto come sopra un punto d' appoggio, resti pendolo, ed alquanto distante dalla lateral parte muscolare della sua coscia. Forma allora l' anzidetto

nervo, così collocato e sostenuto, come un arco, di cui l' una estremità è già naturalmente applicata ed inserita nell' interno dei muscoli, l' altra aspetta di venire a contatto colla parte esterna. Si pieghi dunque a poco a poco, e con somma lentezza la coscia per cui si sostiene l' animale, sino a che l' estremità del nervo venga ad un blando e leggerissimo contatto con uno de' suoi muscoli, e meglio se con uno de' laterali esterni: ecco tosto, che, al momento del contatto, ossia della totale applicazione dell' arco nervoso, senza l' interposizione di alcun metallo, si eccitano le contrazioni sensibilissime, di non mediocre forza e gagliardía in tutt' i muscoli della corrispondente gamba, e che essa si move quando più, quando meno, secondo il vario stato dell' animale che si sottopone all' esperimento. Questo fatto a me sembra realmente convincente. Ma il signor Volta si studia di togliere al medesimo tutta la forza, avendo ricorso, siccome ho detto, all' azione dello stimolo, il quale vuol egli che sia l' autore delle insorte contrazioni; e per far pur valere la sua opinione, mette fino in campo quel piccolo acceleramento di moto che acquista il nervo per ragione, secondo lui, dell' attraente umidità del muscolo, pel qual acceleramento di moto si accresca la forza dello stimolo. Di più, confonde accortamente le contrazioni nate dall' applicazione di quest' arco nervoso, con quei tremori e sussulti che svegliansi spontaneamente negli animali preparati, e che sono prodotti dallo strazio che di loro si fa nell' atto di prepararli; e per far valere vie più l' azione dello stimolo dice, di non aver mai osservato tai moti, se non quando i nervi ed i muscoli godevano di un pieno vigore di vitalità, e tale che ogni stimolo meccanico, ogni urto e compressione bastavano ad eccitarli. Ora incominciando da quest' ultimo punto di obbiezione: come mai può egli stabilire questo, quando anzi, perchè riesca l' esperimento con chiarezza e sicurezza, fa di mestieri aspettare che siano estinti totalmente

i predetti moti spontanei? Inoltre, poichè tai moti succedono quasi sempre nello stesso animale, non alcune poche volte solamente, ma le dieci, e le venti e le più ancora (come mi sono assicurato replicando in quest' ultimi giorni gli esperimenti), come può asserir egli, esser necessario il pieno vigore di vitalità negli animali? Come ciò, quand' anzi richiedesi pel felice esito della cosa, che le rane non siano tratte recentemente da loro paludosi alberghi vegete e vigorose, ma che siano piuttosto tenute in adatti serbatoi lungamente, e soffrano lunghi digiuni prima dell' esperimento, cosicchè restino smunte e indebolite, e, preparate, si veggano presso che prive d' ogni sangue?

Ecco pertanto, se io mal non m' appongo, la cagione del differente esito degli esperimenti del chiarissimo signor Volta, da quello de' miei: egli ha tentate delle rane robuste e ben pasciute, e forse nella stagione di estate, tempo in cui le rane preparate presto si prosciugano, e fuori d' acqua presto sen muoiono, non potendo soffrire lunghi digiuni senza soccombere. In fatti lo stesso è a me avvenuto, esperimentando in simile tempo.

Ma veniamo all' obbiezione dello stimolo, che è la più forte. E cominciando dall' acceleramento del moto del nervo, e dall' attrazione di esso nervo, allorchè il medesimo è nella massima vicinanza ai corrispondenti muscoli, fenomeni che a me pure è sembrato di osservare nell' accennato esperimento, perchè non potrebbero essi più acconciamente ripetersi dall' attrazione elettrica che non dall' attrazione dell' umidità, che è la comune attrazione de' corpi? Ma lasciando da parte questo ragionevole dubbio, e tornando al preteso stimolo che riceve il nervo nel cadere su del muscolo, per chiarirsi che le indicate contrazioni da esso non dipendono, basta applicare nel luogo in cui cade il nervo su la coscia un qualche piccolo corpo coibente, quanto vogliasi aspro e duro: al contatto di questo col nervo non mai avverrà contrazione alcuna; eppure

chi non è forzato a riconoscere in tal corpo un più efficace stimolante, che non è la molle sostanza dei muscoli? Non basterà forse la durezza del medesimo per supplire a quella forza di stimolo nata, secondo il Volta, dall' acceleramento di moto nel nervo, e che qui manca per difetto di umidità? Or via s' inumidisca quanto si vuole questo corpo coibente, a patto però che l' umidità non giunga fino ai sottoposti muscoli; rinnovisi di poi l' esperimento, e si vedrà che non ostante l' umidità aggiunta l' esito ne è lo stesso. S' incolperà forse l' umidità adoprata di inefficace, perchè non è la stessa che quella del muscolo? E bene, se ne adopri di questa stessa, ma coll' indicata cautela: niente di meno la prova non riesce. Forse per difendere pure la propria causa vorrà egli accusare qui la diversità dello stimolo di esso corpo da quello dei muscoli? Facciasi dunque uno sperimento in cui lo stimolo applicato al nervo sia sempre lo stesso, e la differenza sia solo nella continuazione, o nell' interruzione dell' arco formato parte dal nervo, parte dalla stessa sostanza che servir dovrebbe da stimolo, giusta il sentimento del signor Volta.

L' esperimento sia il seguente. Sopra il piccolo corpo coibente, applicato come si è detto alla parte laterale della coscia, si ponga un pezzetto di carne della rana, come sarebbe de' muscoli del basso ventre; sia esso diligentemente ed esattamente isolato nel detto corpo, di maniera tale, che nè per se, nè per alcuna umidità abbia esso stesso la minima comunicazione coi sottoposti muscoli; si faccia allora al solito venire a contatto il nervo col pezzetto di carne isolata: alcuna contrazione, neppure in questo caso, fatto con ogni esattezza l' esperimento, non si sveglierà giammai. Si faccia dappoi, che questa piccola porzione di carne, distesa, comunichi coi sottoposti muscoli, e, rinnovato l' esperimento, si determini il nervo al contatto con questo pezzetto di carne, nel luogo stesso: ecco che compariscono immediatamente le contrazioni ed

i moti della gamba. Se il fenomeno nascesse da stimolo, siccome l' acceleramento del moto del nervo, e il corpo su cui percuote sono totalmente gli stessi sì nell' uno, che nell' altro caso, così dovrebbe pur' essere lo stesso anche lo stimolo, ed in conseguenza in ambi i casi dovrebbero avvenire egualmente le contrazioni: ciò pertanto non verificandosi, sembra dimostrato, che dallo stimolo meccanico del nervo non dipendano assolutamente tali contrazioni. Or chi non vede chiaro, che, quando le carni sovrapposte al corpo coibente sono isolate, l' arco formato dal nervo è interrotto, e che per contrario è continuato, qualora le medesime comunicano coi muscoli della coscia? ossia, chi non vede che l' arco non è applicato nel primo caso al muscolo se non che con una sola estremità, con quella cioè per cui naturalmente ei s' inserisce nel suo muscolo, che invece lo è con ambedue nel secondo caso, per mezzo del pezzetto di carne aggiunto, e che quindi il natural circolo della elettricità può compiersi in questo, e non altrimenti in quello? Ma chi avvi, appena versato nelle fisiche materie, che non sappia, non formarsi un tal circolo, se non che ove l' elettricità sia sbilanciata? Conviene adunque confessare che lo è naturalmente nell' animale, in vigore di una particolar macchina, e che da questo sbilancio, e non altrimenti da stimolo meccanico nascono le soprarriferite contrazioni. Spero pertanto di avere dimostrato quanto il signor Volta da me richiedeva, perchè queste conseguenze camminasser bene; e spero altresì che non vorrà egli ritorsi ora quanto m' aveva prima cortesemente accordato, qualora le contrazioni fossero state costanti, e fosse stato rimosso ogni sospetto di stimolo. Quanto poi ho studiato io di dimostrare co' narrati esperimenti, altrettanto ha pure fatto il chiarissimo signor Valli nella sua Lettera XI. sulla elettricità animale; al cui fino intendimento, ed alle cui bellissime esperienze debbo io non solo moltissimo, ma l' elettricità animale singolarmente,

mentre le contrazioni da lui in tante maniere ottenute senza l' interposizione di alcun metallo, o carbone, ma solo per mezzo di archi formati o da parti dell' animale stesso, o da chi travagliava nell' esperimento, tolgono, al dir di lui, ogni forza motrice e ogni magica virtù ai metalli, ed a parer suo fanno, che al tempo stesso cessi l' elettricità animale di essere un problema. Io tengo per certo, che alla forza di questi esperimenti il signor Volta, di sì giusto criterio ch' egli è, non opporrà cos' alcuna, ed abbandonerà ogni sospetto di stimòlo applicato ai nervi. Che se tuttavolta alcuno, non così giusto pensatore come è desso, volesse pure ostinatamente ritenere l' opinione sua dello stimolo, sul riflesso, che, comunque si instituisca l' esperimento, d' uopo però è sempre che il corpo qualunque in esso adoperato tocchi finalmente il nervo, e che da questo contatto può sempre nascere un qualche stimolo; io potrei far riflettere a questo tale, come poco innanzi ho avvertito, che si toglie ogni ragionevole sospetto di stimolo dalla costanza con cui succedono le contrazioni, allorchè il pezzo di carne posto nel corpo coibente comunica colle sottoposte carni, e dalla costanza con cui mancano, allorchè non v' abbia questa comunicazione, quantunque lo stimolo sia sempre, come ognun vede, assolutamente lo stesso. Ma tuttavolta a dissipare ancora queste ombre e questi timori, si muti, nella maniera che sono per accennare, lo sperimento. Tengasi fra le dita sospesa una rana per una delle gambe, e si applichi il nervo preparato dell' altra su d' una piccola striscia tendinea oppur carnosa di esso animale, la quale sia posta su d' un piano coibente, come di vetro; sia detta striscia ben umida, e l' estremità del nervo sia ben adattata ad una porzione della medesima; indi un' altra simile striscia si sovrapponga ai muscoli della coscia corrispondente ad esso nervo, nel luogo a un dipresso su cui caderebbe il nervo stesso, se l' esperimento si facesse nella maniera consueta; abbia questa

seconda striscia due estremità l' una larga, l' altra ristretta; la prima estremità si affigga alla coscia nel modo già detto, e l'altra rimanga pendola e libera. Di tal maniera preparate le cose, si alzi questa libera estremità con un sottilissimo cilindro di vetro, indi si lasci cadere, non già sul nervo, ma su la prima striscia tendinea o carnosa stesa sul vetro, sulla quale giace esso nervo; sia il punto su cui cade l'estremità libera della striscia a qualche distanza dal punto ove posa esso nervo: sul momento del contatto dell' una striscia coll' altra nasceranno le contrazioni, ove l' animale abbia per altro tutte le condizioni già tante volte esposte; e ciò che rende l' esperimento più sicuro, e alcuna volta più grazioso, si è l' avvertire che la striscia su cui poggia il nervo abbia alcun suo punto rilevato, e massimamente alla estremità su cui si lascia poi cadere la striscia che abbiamo voluta libera; poichè in tali circostanze le contrazioni succedono non solo più felici e più pronte, ma talvolta sì frequenti, che la gamba su cui fassi l' esperimento presenta una specie di cariglione elettrico animale, simile a quello che indicai nel mio Opuscolo (*a*). È chiara cosa che in questo esperimento punto non si muove nè la porzione di striscia su cui giace il nervo, nè quella che tocca il muscolo: sono le estremità di dette striscie che si muovono, e vengono tra di loro a vicendevole contatto. Sarebbe pertanto vano il cercare, in questo caso, e il pretendere un irritamento fatto sia al nervo, sia al muscolo; sarebbe altresì una pura chimera il ripetere da questo irritamento le insorte contrazioni. L' esperimento è certamente delicato, perchè conviene che l' animale sia in quello stato di forze, di grandezza, in cui e possa comodamente adattarsi al cimento, e le muscolari contrazioni insorger possano prontissime, anche scorso il non piccolo

(*a*) — Il Commentario *de viribus electricitatis etc.* —, V. pag. 82, fig. 11; V. anche pag. 210 dell' Opusc. *dell' Arco conduttore*.

intervallo di tempo della non breve preparazione; conviene inoltre che le suddette striscie sieno ben umide, e di una certa picciolezza e sottigliezza, e bene adattate all'animalc. Ove però si abbiano le dette necessarie cautele, non lascia di comparire il fenomeno; io l'ho veduto più e più volte, e meco li signori Dott. Giulio Cesare Cingari, Professore di Medicina pratica, Dott. Francesco Sacchetti, Professore di Astronomia, Uomini di singolar dottrina e di finissimo criterio, i quali mi sono sempre stati compagni in tutte queste mie sperienze, come pure il signor Dott. Camillo Galvani, nipote mio carissimo, autore del non volgare Opuscolo, pubblicato in Bologna l'anno 1780, circa i Fosfori, alla cui singolar destrezza e diligenza io debbo in buona parte l'esito di tutt' i miei esperimenti. Ma a vincere pur anche la difficoltà che seco porta questo esperimento, anzi a renderlo più comodo e più decisivo, in vece delle striscie già dette, si stacchi e si separi totalmente da una rana quel muscolo della gamba che corrisponde ai gastrocnemi dell' uomo, e forma la parte che volgarmente potrebbe dirsi *polpastrello*; indi si tagli longitudinalmente questo muscolo, e si divida in due porzioni; poi si stenda l'animale preparato su di un piano coibente; si ponga sotto l'una coscia, verso la parte superiore, una di queste porzioni coll' estremità sua più larga, e poscia si sovrapponga all' altra porzione, parimente nella parte sua più larga, l'estremità del nervo corrispondente ad essa coscia; sieno le dette porzioni a tale distanza tra di loro, che, alzando l'una di esse, o accostandola col solito cilindro di vetro, venga a contatto coll' altra, e massimamente verso l'estremità libera; abbiasi in oltre l'avvertenza di collocare le dette due parti di muscolo in guisa, che nella caduta, o nell' accostamento si tocchino ambe colla loro liscia ed umida parte esterna, o l'una con questa parte, l'altra coll' interna. In simil guisa disposte le cose, si tenti l'esperimento: rado sarà che manchi del bramato effetto, e che non

si veggano pronte le contrazioni. Tra le molte, e molte rane che io ho cimentate, appena è accaduto che alcuna m' abbia negato gli aspettati moti. Io li ho di più veduti le non poche volte, non solo nel porre a contatto tra di loro le dette estremità, ma eziandio nel rimuoverle da quello, che è lo stesso che dire, non solo al compiersi dell' arco interrotto, ma anche al dividere ed interrompere quello che era continuato: i quali fenomeni corrispondono appunto a que' che sono riferiti nell' Opuscolo più volte citato, e che appartengono tanto all' arco artificiale, quanto al naturale (*a*).

Ma comechè potrebbe cadere in mente a qualche fastidioso e forse troppo severo giudice, che il moto che si fa alzando le suddette parti potesse pure comunicare un qualche irritamento quando al nervo, quando al muscolo, perciò si cangi l' esperimento nella maniera che sono per esporre, onde togliere ogni sospetto sì fatto; sospetto per altro del tutto vano ed insussistente, restando sempre immobili quelle due parti del muscolo tagliato su le quali giace il nervo e la coscia. In vece adunque di far cadere, o di accostare a contatto l' una delle estremità dei nominati pezzi di muscolo coll' altra, si scostino anzi tra di loro alcuna cosa, talmente che l' arco muscolare sia interrotto; si lascino ambi immobili sopra il suddetto piano coibente, indi si applichi un terzo pezzo di muscolo alle stesse estremità, in modo però, che, alzato per mezzo di un cilindretto di vetro, si lasci cadere sovr' una di esse a compiere l' arco: vedrannosi, ove la rana sia delle bene adatte allo sperimento, nascere sul momento del contatto le solite contrazioni. Lo stesso mi è pure accaduto d' osservare, servendomi d' un pezzo di pelle d' una rana ripiegato, purchè questo venisse adattato alle anzidette estremità muscolari

(*a*) V. Capo VI.° pag. 175, 178 a 183; e nota (*b*) pag. 251 e seg.; e Suppl. pag. 292-293 nota (*a*).

coll' interna umida superficie. Ognuno qui pertanto vede formato l' arco di pure sostanze animali, e tolta ogni incertezza e dubbietà dell' esperimento, e ogni sospetto di stimolo meccanico, e vede provato pure nello stesso tempo il circolo della elettricità dipendente dalla sola macchina dell' animale che si mette alla prova. Che se pure su di ciò rimanesse eziandio ad alcuno qualche dubbio, io mi lusingo che Voi glielo potrete sgombrare affatto dalla mente, qualora vogliate, siccome spero, aver la bontà di narrargli quell' esperimento che ebbi l' onore di fare, non ha molto, sotto i vostri occhi, e che vi degnaste di approvare siccome decisivo.

Voi potrete accertarlo, che niuna contrazione si eccita, siccome vedeste, allorchè, tenendo uno fra le dita l' animale, preparato nella maniera proposta, per far sì che il nervo pendolo possa cadere su la coscia corrispondente, egli pieghi in vece l' animale in guisa che il nervo venga a contatto, non già con essa coscia, ma bensì colla coscia di un' altra rana preparata alla stessa maniera, e sostenuta da altra persona, o poggiata su d' un piano qualunque. Potrete avvertire, che in tale sperimento non si ha nessuna contrazione, quantunque sia fatto in modo che il nervo venga a contatto collo stesso muscolo, e nello stesso luogo in cui verrebbe se il nervo si facesse cadere su la propria corrispondente coscia. Nel fare però tale esperimento è d' uopo, siccome vi dimostrai, osservare diligentemente che la coscia di questa seconda rana non tocchi quella della prima, o non comunichi con essa per qualche non ben ravvisata umidità qualunque, o per qualch' altro corpo deferente; perchè allora nascono le contrazioni, come se il nervo toccasse la sua corrispondente coscia. Questo fatto, comprovato dall' autorità vostra, darà bando a tutti i sospetti di stimolo, e metterà in piena luce il circolo che si contrasta. Ora è ch' io spero dalla gentilezza, non meno che dall' accurato

giudicio del signor Volta, e dall' onestà (*a*) sua il pieno assenso alle conseguenze da me dedotte, anzi il suo favore per l'elettricità animale, e pel naturale suo sbilancio. Ciò ed a me sarà di gloria, ed alla elettricità animale di vantaggio e splendore, massimamente se, riconosciutala per vera, vorrà pure accordarle i suoi studi e le sue fatiche, ed arricchirla di que' bellissimi ed ingegnosissimi esperimenti, che sono proprii di lui.

(*a*) Da per tutto nelle presenti Memorie si fa scorgere *l' intimo convincimento* che l' Autore, quando le dettava, aveva della verità della sua opinione, ma da questo luogo forse più che da qualunque altro, e massime da quest' ultima espressione: i maggiori argomenti, gli argomenti decisivi contro dell' opinione stessa così parziale per quella elettricità, a cui volle, colle medesime, rendere un ultimo omaggio, non erano allora per anche conosciuti (V. la seconda nota alla seg. Memoria).

prof. Gherardi.

MEMORIA SECONDA.

Nuove riflessioni, ed altre esperienze sullo stesso argomento.

Da tutti gli esperimenti, che ho avuto l' onore di riferirvi nella scorsa Memoria, si rileva chiaramente, che una lunga e costante serie di contrazioni muscolari, in tutto simili a quelle che si ottengono per mezzo de' metalli, si ha senza metalli, mediante un solo e semplice arco di sostanza animale, e che in conseguenza non dipendono queste da alcuna delle due supposte cagioni, di stimolo cioè, e di forza metallica. Ma qui il signor Volta e i suoi seguaci dir potrebbero; che, quantunque queste contrazioni non riconoscano alcuna delle due cagioni, può nascer però dubbio che v' abbia parte in esse la eterogeneità che corre tra il nervo ed il muscolo, alla qual virtù di eterogeneità finalmente riferisce egli tutta la forza dello sbilancio de' metalli; onde se dette contrazioni non nascono dai metalli, nascerebbono però da una simil forza, a cui egli attribuisce tutto l' effetto delle contrazioni. Ma io a chi così obbiettasse volentieri dimanderei: se per avventura questa eterogeneità tra nervo e muscolo basti da se per eccitare le contrazioni, oppure richiegga in oltre che il fluido elettrico faccia circolo nell' animale? Se si affermi il primo, dimanderei la ragione, perchè nel caso di un nervo d' un animale preparato, messo a leggier contatto con un pezzetto di muscolo isolato, non si producano le contrazioni? Perchè similmente se questo nervo si

faccia blandemente cadere non sui muscoli della coscia dello stesso animale, come dicemmo, ma su quelli della coscia di un altro staccato dal primo, neppur s' abbiano in questo caso? Che se poi si dica, che l' eterogeneità richiede inoltre il circolo indicato, chi non vede allora che con diversi vocaboli diciamo ognun di noi lo stesso? Poichè una eterogeneità, che, per operare, richieda circolo, dee ridursi finalmente ad una particolare e determinata struttura di parti che naturalmente tenga in un dato sbilancio il fluido elettrico, come da me è stato fin da principio congetturato. Poichè dunque par tolto ogni dubbio di forza della eterogeneità tra i nervi ed i muscoli dell' animale sulle contrazioni, passiamo ora a parlare più da vicino della eterogeneità delle armature, su cui tanto confida il signor Volta nella spiegazione de' fenomeni. Prima di tutto, che diremo noi se pure ottengonsi le contrazioni anche senza questa eterogeneità? Poichè quale eterogeneità si può egli giustamente ravvisare tra due pezzetti di uno stesso muscolo che servono da armature e da arco, e come un' eterogeneità tale, che possa indurre l' elettricità positiva in una parte dell' animale, la negativa nell' altra, onde ne insorgano poi quelle contrazioni che dimostrano gli esperimenti da principio proposti?

Io ben m' avviso cosa potrebbesi forse rispondere a questi fatti; e ciò sarebbe il dire, che quantunque conceder si possa che l' arco, e le armature sieno omogenee, o non dotate della necessaria eterogeneità, pure mettendosi a contatto in tutti questi sperimenti il nervo dell' animale preparato con sostanza muscolare, si pongono sempre a contatto due corpi totalmente eterogenei, e che perciò questi esperimenti non escludono la forza della eterogeneità. Una tale risposta veramente non ha molta forza dopo gli esperimenti sopra indicati, e le riflessioni poc' anzi fatte su de' medesimi: pure a distruggere anche totalmente quest' ombra di dubbio, feci l' esperimento seguente. Preparai l' animale nella solita maniera; tagliai indi l' un

nervo sciatico e l' altro presso la loro escita dal canal vertebrale; poi divisi, e separai l' una gamba dall' altra, in modo che ciascuna di esse rimanesse col solo suo corrispondente nervo; piegai in appresso il nervo dell' una a modo di picciol arco, indi alzato col solito cilindretto di vetro il nervo dell' altra, lo lasciai cadere sopra quest' arco nervoso, coll' avvertenza, che il nervo nella sua caduta toccasse in due punti l' altro piegato in arco, e che la boccuccia di quello formasse uno dei due punti. Vidi muoversi la gamba il di cui nervo io faceva cadere sopra il nervo dell' altra, talvolta ancora le vidi muoversi ambidue; l' esperimento succede essendo esse isolate totalmente, e non avendo tra loro commercio alcuno, salvo che pel toccamento de' nervi (*a*). Or quale eterogeneità potrà qui richiamarsi in aiuto delle insorte contrazioni, allorchè i soli nervi vengono tra di loro a contatto? Si ricorrerà forse allo stimolo che soffrono i nervi nella caduta dell' uno sopra dell'altro. Ma e perchè percuotendo uno de' medesimi nervi sopra di un arco assai più duro ed aspro fatto di materia coibente, come se formato di zolfo, o di vetro, non si ottengono le contrazioni? Eppure in questo caso dovrebbe lo stimolo nato dalla percossa essere assai maggiore. Sembrami pertanto che si possa stabilire, che avvi un' altra serie di contrazioni che si ottengono senza stimolo, senza metallo, e senza il minimo sospetto di eterogeneità, e prodotte dunque da un circolo di elettricità intrinseca all' animale e naturalmente in esso sbilanciata.

Potrebbe quindi solo restar dubbio che, oltre queste contrazioni dipendenti da questa naturale elettricità, altre ve ne avessero ancora prodotte dall' elettricità estrinseca e comune o esistente negli stessi metalli che si adoprano per armature,

(*a*) Vedi il precedente Supplemento per contrazioni simili a queste, ottenute senza apparente circuito ec.

e questa in essi naturalmente differente per la loro diversità, o sparsa nell' animale, come in qualunque corpo deferente, e sbilanciata dalla forza di eterogeneità dei metalli; di modo che, quantunque le contrazioni precedentemente esposte ripeter si dovessero dalla elettricità animale, quelle però che si ottengono cogli artifizi qui indicati fossero da ascriversi alla elettricità comune, la quale, nel restituirsi per mezzo dell' arco all' equilibrio, passando pel nervo lo irritasse, ed eccitando la forza nervea ne inducesse le contrazioni; non venendo certamente di legittima conseguenza, che se alcune contrazioni sono prodotte da una data cagione, altre non possano esser prodotte da un' altra, massimamente se questa abbia una grande somiglianza e molto rapporto colla prima, come hanno certamente tra di loro l' elettricità comune, e l' animale. Una tale supposizione avrebbe accordata molto bene l' opinione del signor Volta colla mia, e l' una non avrebbe distrutta l' altra. Quindi è che io mi posi con tutto lo studio e con tutta la diligenza ad esaminare con nuovi esperimenti e nuove riflessioni la cosa, desiderando pure che ella avesse quella verità, la quale di primo aspetto dimostra. Ma ho trovato tali difficoltà nella indicata supposizione, oltre a quelle esposte nel Libro anonimo, che io non ho saputo superarle, nè adottare perciò quella verisimiglianza che in essa appariva (*a*). Permettetemi

(*a*) Si pensi bene che allorquando il Galvani dettava le presenti Memorie non poteva aver cognizione delle esperienze fondamentali del Volta, eseguite per mezzo del Condensatore, che mostrarono questa *elettricità esterna* in quistione suscettibile di palesarsi cogli stessi segni dell' ordinaria elettricità: in fatti simili esperienze vennero in luce verso la fine del 1797 (V. Lettera Seconda del Volta al prof. Gren di Halla nel Tom. 14°., An. 1797 degli Annali di Chim. del Brugnatelli; e Collez. delle sue Op. Tom. 2.° Part. 2.ª pag. 47). Tutto fa credere, che se Egli non fosse mancato alla scienza subito dopo questi primi maggiori passi del celebre competitore verso la massima sua

adunque che tali difficoltà ad una ad una venga esponendo colla maggior brevità e chiarezza possibile. E qui mi si presenta tosto difficile a concepire, come lo sbilancio della elettricità, indotto dalla diversità de' metalli e da alcune loro menome differenze, possa essere si grande e forte da indurre muscolari contrazioni, ad onta di grandissimi ostacoli. Or per comprendere la gagliardia di tal forza basta riflettere allo sperimento, da me proposto nel mio Commentario, in cui si ottengono le contrazioni mediante una catena formata di più e più

scoperta, sarebbesi appigliato al partito della supposizione da se stesso propostasi nel presente paragrafo, e reputata non priva di verisimiglianza. È notevole che il Volta ancora, e forse contemporaneamente del Galvani, proponesse a se medesimo un somigliante partito medio, ossia di conciliazione delle due opinioni, e che ancor' esso lo respignesse, e con più asseveranza e sicurezza dell' altro (V. Collez. cit. Tom. 2.° Par. 1.ª pag. 245 e seg.). Eppure a nostri dì, dopo le tante e tante scoperte sul Galvanismo fatte più o meno lungi da questi primordiali studi, essendosi rimontato a questi studi medesimi, e cercato se le decisioni su di essi apportate quaranta anni addietro fossero inappellabili, si è dovuto dubitare che no; dal che è conseguito, tra le altre cose, che un partito simile al preposto potesse benissimo venir riprodotto. Talmentechè niuno ora ragionevolmente contraddirebbe chi sostenesse, che il Volta non meno che il Galvani ebbero torto di non attenersi alla savia riserva del partito istesso. Lo poteva il Volta, senza provarne freno sensibile nella carriera in cui si slanciò con tanto successo: lo poteva del pari il Galvani, col rimanersi contento del posto che pur si lasciava alla sua elettricità animale, e della gloria di avere aperta, e dissodata ben anche quella carriera medesima. Non è poi degno del più grande riflesso, che, al punto della scienza in cui ci troviamo, il principio del Volta di uno sviluppamento di elettricità per *puro contatto* di conduttori eterogenei non sia più raccomandato che ad esperienze dell' ultima delicatezza, e suscettibili di non lievi dubbietà, che perciò possa sembrare, conformemente alle sentenze di gravi autori, più problematico ancora del principio del Galvani di un' elettricità inerente e propria dell' animale? Ciò può, senza dubbio,

persone che si tengono a vicenda per le mani, e molto più a quello fatto dal signor Valli, e da me tante volte replicato e ritrovato costantemente vero, il quale esperimento passo brevemente a riferire. Si armi, giusta la solita maniera, nervo e muscolo, o anche il solo nervo della rana preparata, con due armature eterogenee, come per esempio una foglia di stagno ed una foglia d' ottonella, oppure una lamina d' argento ed un' altra di zinco; tocchi una persona con un corpo deferente, come con un pezzo d' argento, o di ferro ben lustro, una di queste armature, un' altra persona con simil corpo deferente tocchi l' altra; sieno queste persone disgiunte l' una dall' altra, e solo comunichino tra di loro col sottoposto terreno: se la forza della rana sarà vegeta si avranno le

stare, quantunque la scienza riconosca direttamente assai più dal primo principio che dal secondo. Il grande vantaggio e merito di quello era riposto nell' includere esso e suscitare l' indagine, nei fenomeni galvanici, di un' elettricità *estrinseca* all' animale, qualunque si potesse essere la sua origine vera, fosse pur anche diversissima da quella enunciata nel principio stesso; il medesimo faceva luogo immediatamente a cercare una tale elettricità *anche senza l' intervento dell' animale*, e, trovata questa, istigava ad accumolarla, e poteva in somma condurre alla Pila, come in fatti vi condusse: se può credersi che senza sufficienti ragioni, all' epoca del pieno trionfo del principio medesimo, venisse esclusa del tutto l' elettricità animale del Galvani, non può certamente dirsi che nelle applicazioni di esso potesse sfuggire la vera elettricità maggiore, quella infine ritrovata dal Volta tensiva, scintillante, commuovente, qualunque si voglia essere la reale sua origine. Al contrario, il principio del Galvani escludeva la ricerca di questa elettricità, concedendo tutto all' altra per certo minima, e pur ora problematica in quanto alla sua origine; con esso isolatamente sarebbero stati impediti i grandi progressi della scoperta galvaniana, che ci mostrano l' elettricità in un mondo di fenomeni indipendenti affatto dall' organismo e dalla vita: esso non poteva direttamente condurre alla Pila.

prof. Gherardi.

contrazioni: si isoli una delle due persone, non si otterranno più in nissuna maniera; certo argomento, che l' arco in questo esperimento si fa pel terreno, e che in conseguenza la forza dello sbilancio, per cui scorre l' elettricità dall' una parte dell' animale all' altra, è tale da passare pel terreno e per ambedue le persone. Or come potrà mai giustamente supporsi, che la differenza di sostanza che passa tra una laminetta e l' altra possa indurre una sì fatta e possente forza di sbilancio d' elettricità sia nell' animale, sia tra le stesse laminette metalliche, onde simile elettricità valga a compiere con una sorprendente velocità, siccome ha notato il signor Dottor Gio. Aldini, un sì difficile ed intralciato cammino? Eppure questo è ciò che nell' ipotesi del signor Volta convien supporre. Ma che dovrà poi dirsi, se gli stessi fenomeni si ottengono servendosi di armature e di archi ai sensi totalmente omogenei, e in tutte le estrinseche loro qualità di pulimento affatto simili? Questo però è a me succeduto più volte, servendomi per armature di due lamine di ferro egualmente pulite e lucide, e tratte dallo stesso pezzo, e indi usando io e il compagno nello sperimento per arco due pezzi di uno stesso ferro. Come potrà giustamente credersi, che la piccolissima ed insensibile eterogeneità, o dissimiglianza tra alcune minime parti del detto metallo il più purgato che diasi, indur possa un sì forte sbilancio di elettricità sia nell' animale, sia tra le armature, per cui possa essa in un istante compiere il suddetto cammino? Ma questa è pur la supposizione che dovrebbe farsi, allorchè si volessero, anche in questo caso, nate le contrazioni dalla forza dell' eterogeneità. Egli è per altro da avvertire, per l' esito felice dell' esperimento, esser necessario che chi tiene i due pezzi di arco metallico non abbia la pelle della mano totalmente arida, e che non sia interamente arido il terreno: quindi è che a tutta sicurezza del buon esito tornerà bene umettar la palma della mano, e così pure le

suola delle scarpe, ed il terreno che è di mezzo ai piedi dei due sperimentatori. Or questi sperimenti con sì fatte cautele eseguiti, difficilissimi a spiegarsi per la sola forza della eterogeneità, o per altra ipotesi, trovano non difficile spiegazione nella supposizione di una struttura nel muscolo simile a quella della boccia di Leida, o di altra macchina somigliante, per forza delle quali sappiamo che una elettricità anche minima è capace istantaneamente di compiere un sì lungo giro, e in mezzo a tanti impedimenti. E in fatti, senza aver ricorso a tale ipotesi, niuno comprender potrebbe, come in un tempo inassegnabile per la sua piccolezza potesse l' elettricità, che induce le contrazioni muscolari, percorrere uno spazio di seicento e più piedi, come dimostrano apertamente gli esperimenti del signor Aldini. E siccome, quantunque nella detta macchina senza le armature metalliche l' azione dell' elettricità sia minima, ed acquisti poi una forza sorprendente per mezzo di queste, non si attribuisce a queste medesime lo sbilancio della elettricità, ma bensì alla stessa macchina, per mezzo della quale viene artificiosamente cumulata in una delle sue superficie l' elettricità, nel tempo stesso che ne rimane spogliata l' altra; così sembra doversi dire lo stesso relativamente all' eterogeneità dei metalli nella macchina animale, in cui se, a differenza della boccia di Leida, l' eterogeneità vale ad accrescere così notabilmente la forza della elettricità animale, questa differenza, come altrove si è detto, vale più a stabilire un nuovo carattere di questa stessa animale elettricità, che ad escluderne l' esistenza (*a*); tanto più che, come

(*a*) Non nel Commentario, non nella Lettera al Carminati, non prima di questo punto delle presenti Memorie il Galvani ha occasione di suggerire, che l' influenza dell' eterogeneità de' metalli sull' elettricità animale stabilisca un carattere speciale di questa elettricità medesima, a fronte della comune. Questa cosa è sì chiaramente suggerita nell' Opuscolo *dell' Arco conduttore* (pag. 206-207, e 272);

avrò l' onore di dimostrarvi in seguito, non sembra difficile ad assegnare una verisimile ragione dell' azione che ha nel fenomeno questa stessa eterogeneità. Ma ritornando per un poco su le difficoltà che ho trovate contro la forza che si attribuisce alle differenze ed alla eterogeneità de' metalli, una nuova e forte obbiezione mi ha somministrato la costante esperienza, che fa vedere che non si può assolutamente, nè generalmente ammettere la necessità di queste differenze per ottenere le contrazioni, ma bensì solo nel caso che le forze animali non siano nel loro maggior vigore; mentre, ove queste sieno robuste, insorgono le contrazioni con tanta frequenza, e direi quasi con tanta costanza, alle prime applicazioni dell' arco, che io credo potersi generalmente stabilire questa legge, che, a forze animali vigorose, anche i soli metalli perfettamente omogenei bastano per determinare le contrazioni, e che solamente a forze languide sono necessari i metalli eterogenei, o dissimili. Infatti tal legge viene apertamente comprovata da quanto sta esposto nel Libro anonimo; la conferma pure il signor Aldini, allorchè ottiene le contrazioni col solo purissimo mercurio, facendolo servire da arco e da armature: e quantunque l' ingegnoso Volta ricorra alla ossidazione che si fa da esso mercurio nella superficie (mediante l' azione dell' ossigeno che è nell' aria), e non altrimenti nelle parti interiori, pure è facile il riconoscere, non aver parte una tale supposta ossidazione nel fenomeno, ove si rifletta, che l' esito dell' esperimento riesce fuor di dubbio costantemente lo stesso se si applichino, con tutta la destrezza ed accuratezza possibile, coscia e nervo alla sola precisa superficie. In oltre è noto al signor

dunque il Galvani nell' esprimere qui di avere motivata *altrove* questa stessa cosa, tradì, senza accorgersene, il suo proponimento di non manifestarsi autore dell' Opuscolo medesimo (V. n. (*a*) pag. 305).

prof. Gherardi.

Volta, che per ottenersi tale ossidazione e decomposizione v'abbisogna non piccolo intervallo di tempo, quale certo non è quello che s'impiega nell' esperimento: e di fatto in tale brevissimo tempo non si vede la minima mutazione di lucidezza e di purezza nel medesimo mercurio.

In fine questa legge stessa viene comprovata dalla costanza con cui succede il fenomeno, usando eziandio, oltre i metalli, altri corpi deferenti affatto omogenei. Ma per assicurarmi poi, per quanto è possibile, della omogeneità e somiglianza nelle menome estrinseche differenze de' metalli la più esatta ed accurata che aver si possa, mi sono servito di lamine metalliche, piuttostochè di foglie, o listarelle, perchè in tal guisa le dimensioni, le superficie, il levigamento potevano rendersi più comodamente e più sicuramente eguali, e in conseguenza il paragone più esatto. Inoltre queste laminette potevano più facilmente maneggiarsi, e trasferirsi da un luogo all' altro, senza che punto si alterasse la detta eguaglianza, e senza che altre mutazioni si inducessero, dalle quali potesse derivare cangiamento ed alterazione nell' esperimento, ed impedirsene l'esattezza. Riguardo poi alla omogeneità della sostanza degli stessi metalli, primieramente ho tratte le armature sempre dallo stesso pezzo di metallo, e di più ho dato opera che questo stesso fosse innanzi spogliato di ogni menoma parte di metallo straniero; il che più comodamente si ottiene nel ferro ben lavorato, e nell' argento detto a coppella. Ma prima di esporre lo sperimento fatto con tali armature mi piace di avvertire, come la lunga sperienza ha dimostrato che per la maggior sicurezza e costanza dell' esperimento non si vuole già collocare sopra delle armature il solo canal vertebrale della rana, oppure gl' interi nervi sciatici uniti alla loro spinal midolla contenuta entro il canale, ma convien prima recidere i detti nervi alla loro escita incirca dal detto canale, e così separati dalla spinal midolla porli sopra le dette armature, avvertendo di più che la

boccuccia, per così dire, del nervo reciso poggi costantemente su dell' armatura; con questa precauzione si ottengono quelle contrazioni, che senza di essa indarno si aspetterebbero: il che potendosi assai opportunamente spiegare per la più facile escita dell' elettricità dal nervo reciso, che non dall' intero, sembra risultarne un nuovo argomento del natural corso della medesima pel nervo, e dell' isolamento che a lei ne somministrino le pareti di esso. Adoperando adunque tali lamine le più levigate e risplendenti che aver si possano, e sovra d' esse i recisi nervi collocando, nella maniera già detta, quando le forze delle rane erano vigorose ho io veduto insorgere presso che costantemente le contrazioni, alle prime applicazioni di archi tratti dal metallo medesimo delle armature. Appresso m' è piaciuto di variare lo sperimento servendomi per armature di lamine cavate da altri metalli omogenei, per quanto comportava la loro natura, come per esempio di stagno, di zinco, di rame; e sempre ho veduto, che, a forze animali vigorose, le contrazioni sono state pronte sebbene con arco affatto omogeneo colle armature, purchè fosse ben levigato e risplendente. Nè contento di servirmi dei metalli perfetti, ho voluto chiamare ancora alla prova i semimetalli, come sono le piriti di ferro, di rame, l' antimonio puro, la piombaggine, ec.; e ancora in questo caso le contrazioni sono comparse costanti, o fosse l' arco di vero metallo, o della stessa specie delle armature. Egli è però vero, che, essendo l' arco eterogeneo relativamente alle armature, sono d' ordinario e più costanti e più forti le contrazioni; ma questo non toglie che non nascano ancora, siccome ho dimostrato, essendo ed armature, ed arco omogenei; e talvolta ancora le ho vedute nascere più forti con questa seconda combinazione, che colla prima. Tuttavolta non è da negarsi, che, eccettuato il caso in cui le armature sono ambe d' argento, nelle altre combinazioni, migliori archi non siano d' ordinario quelli formati di filo di rame inargentato, purchè sia esso ben lucido e levigato.

Ma passando dalle sostanze metalliche ad altre di diversa natura, ho io osservato, che, prendendo due pezzi di carbone di legno, purchè non sieno molto porosi, nè abbiano in se alcuna parte oleosa non ben anche consumata dal fuoco, e facendoli servire da armature, si hanno, a forze dell' animale vegete, le contrazioni, applicando loro un arco metallico sia di rame argentato, sia di puro stagno. Or siccome tai pezzi sono ambi della stessa sostanza e natura, cioè ambi di carbone, così formano due armature quanto mai simili ed omogenee; e quand' anche qualche accidentale differenza vi avesse tra l' un carbone e l' altro, abbiamo di già dimostrato cogli esperimenti, e colla ragione, che tali minime differenze non possono produrre uno sbilancio tale, sia nell' elettricità dell' animale, sia nell' elettricità delle armature, che bastevol sia a produrre le contrazioni. Nè il carbon solo è quello che esclude la pretesa forza dell' eterogeneità delle armature; le esclude ancora qualunque sostanza umida, mentre, a forze vigorose dell' animale preparato, servendosi a cagion d' esempio per armature di due pezzi di una stessa carta bagnata, o di muscolo fresco, o di pelle fresca o almeno prima bene inumidita, come anche di due pezzi di fresco e succoso frutto, di fresca e succosa radice, di albume d' ovo, e l' un pezzo collocato sotto i nervi, l' altro sotto i muscoli, applicato ai medesimi pezzi un arco metallico ben pulito e lucente, bastano essi per far insorgere i consueti moti muscolari. Chi potrà mai in tali sostanze ravvisare a buona ragione eterogeneità? Vi ha eterogeneità, è vero, tra loro e l' arco: ma una tale eterogeneità essendo la stessa tanto relativamente all' una armatura, quanto relativamente all' altra, il contatto, e la differenza sarà la stessa sì dall' una parte, che dall' altra; tutto sarà eguale, e con questa eguaglianza non potrà certo fondatamente sperarsi il richiesto sbilancio. Questo genere d' esperimenti toglierà pure ogni forza all' opinione di alcuni, che suppongono

svilupparsi nell' atto del contatto de' metalli tra di loro, e massime se sono eterogenei, una qualche elettricità, la quale poi trasferita all' animale divenga, per mezzo della sua forza stimolante, cagione delle svegliate contrazioni.

In questi esperimenti certamente non havvi alcun contatto, come è ben chiaro, tra metallo e metallo. Ma di contrazioni nate senza di questo contatto ve n' hanno ancora altri esempi sparsi singolarmente nel Libro anonimo, per non rammemorare qui di nuovo quelli, che vi ho riferiti da prima.

Tornando per tanto in carriera, Voi ben conoscerete, cortesissimo amico, quanto mai si estenda nel fenomeno di cui trattiamo la legge propostavi, e quanto nel produrlo possa la forza sola dell' omogeneità; e quindi non potrete non accorgervi quanto male si attribuisca il medesimo al supposto sviluppo, e sbilancio della comune elettricità, indotto dalla eterogeneità dei metalli. Ma di questo stesso vi persuaderete anche vie più, se avrete la bontà di venir meco considerando alcune ulteriori ragioni, e alcuni nuovi fatti, che sono per addurvi. Per iscoprir dunque la cosa colla maggior sicurezza possibile, io mi feci meco stesso a ragionare in questo modo: trattandosi di armature metalliche in tutto simili, ed al senso omogenee, volendo pure anche in questo caso riferire il fenomeno a qualche insensibile ed incognita eterogeneità, è d'uopo supporre una tale eterogeneità, o sparsa per tutta la lamina, o esistente nel luogo in cui cade a contatto con essa l' arco, o ristretta finalmente nel luogo su cui poggia l' animale.

Sottoposi per tanto ad esperimento tutti questi casi, servendomi di lamine a bella posta rese eterogenee nelle tre indicate maniere. E in quanto alla prima, essendo cioè l' eterogeneità sparsa per tutta l' armatura, feci una mistura di zinco, e di stagno, e di questa formai due lamine, che usai per armature; per mezzo di queste ottenni, adoperato l' arco,

vivaci contrazioni. Ma siccome in questo caso l' eterogeneità cade tanto nel luogo del contatto dell' arco, quanto in quello su cui poggia l' animale, così è facile comprendere, che non si poteva inferire cosa alcuna con sicurezza della forza di quella porzione di eterogeneità, che rimanesse fuori dei due indicati luoghi di contatto dell' arco, e dell' animale. Quindi volendo pur chiarirsi della cosa, era necessario il formar due lamine in tutto omogenee, indi rendere eterogenea a bella posta una data porzione o di una, o di ambedue le stesse lamine, e sovra d' essa applicare quando l' animale, quando l' arco; onde conosciuta in simil maniera l' attività di questa eterogeneità parziale, e paragonata con quella dell' eterogeneità totale di tutta la lamina, dedurre poi con sicurezza l' efficacia della predetta. A questo effetto pertanto, fatto un pertugio in una di tali lamine, feci introdurre nel vano rimasto ed inserire a forza di colpi di martello una porzione di altro metallo, la quale fosse in tutto simile ed eguale alla porzione di già levata; cercai che l' adattamento fosse così esatto, che la porzione aggiunta sembrasse la naturale levata, eccettuato il differente colore del metallo; ciò fatto, applicai su la lamina non tocca la gamba dell' animale preparato, sovra l' altra, resa artificiosamente eterogenea, il suo nervo corrispondente reciso dalla spinal midolla, e variai l' esperimento nelle tre seguenti maniere. Primieramente collocai il nervo su la parte omogenea della lamina pertugiata, indi posi a contatto l' arco con una sua estremità colla lamina del muscolo, e coll' altra estremità toccai ora la parte omogenea, ora l' eterogenea inserita nell' altra lamina del nervo. Se le forze animali erano vegete, riescivano le contrazioni pronte e vivaci in ambi i casi: se dette forze erano languide, egualmente mancavano in entrambi. Da questa prima maniera pertanto di sperimentare rilevasi, che quand' anche l' armatura sia in qualche parte eterogenea, se però una tale eterogeneità dell' armatura cada

solamente nel luogo del contatto dell' arco, essa poco, o nulla vale ad eccitare le contrazioni. Nè l' esito dello sperimento fu diverso, quand' io m' argomentai di variare l' eterogeneità delle lamine fondendo sovra d' esse metallo di altra natura, in vece d' inserirvelo; e così pure quando vi colai sopra una goccia di mercurio, sostanza tanto adatta ad eccitare le contrazioni. La seconda maniera con cui tentai l' esperimento fu di collocare il nervo su l' indicata parte eterogenea dell' armatura, indi di applicare un' estremità dell' arco alla parte medesima, l' altra di portarla sull' armatura omogenea dei muscoli; si ebbero allora le contrazioni, non solo essendo le forze animali vigorose, ma eziandio allorquando erano languide, e riesciva l' esperimento costantemente, purchè non fossero le predette forze ridotte ad uno stato di soverchia languidezza. Lo stesso pure avveniva, sebbene con minore energia, se alla parte eterogenea dell' armatura in vece del nervo fosse applicato il muscolo. Dopo questi due fatti era facile il rilevare qual dovea essere il risultato della terza combinazione dell' eterogeneità, quando ella era sparsa per tutta la lamina; dovevano cioè aversi le contrazioni costantemente, tanto a forze vigorose, quanto a forze languide, in qualunque luogo si toccasse la lamina coll' arco; mentre, atteso la supposta intima miscela dei metalli eterogenei, non poteva la lamina non essere eterogenea nel luogo, su cui poggiava il nervo, o il muscolo: infatti, formando mediante la fusione varii metalli misti e composti, come zinco e stagno, argento e stagno, piombo e stagno, l' esito fu tale, quale si è detto qui, e le contrazioni sempre comparvero. Così pure costantemente si osservavano, quand' anche tutte e due le armature fossero formate della stessa mistura: e la ragione è la stessa, che si è portata di sopra; perchè, quantunque in apparenza potessero aversi per omogenee confrontandole insieme, in sostanza però è da credere che i punti delle due lamine, in grazia de' quali

nascevano le contrazioni, fossero quelli che erano tra di loro eterogenei. Sembrerebbono adunque avvisare questi fatti, esser necessario che l' eterogeneità dell' armatura fosse assolutamente all' immediato contatto coll' animale: il che ove fosse vero, potrebbe forse il Volta trarne una qualche prova a favore della sua ipotesi; ma la cosa non è così. Poichè, quantunque si conceda che questo contatto colle parti eterogenee delle armature contribuisca non poco all' effetto, tuttavolta da quanto passo a dire, si rileva che le contrazioni si hanno, anche quando l' eterogeneità delle armature non tocchi l' animale. Di fatto, a chiarirsene bene, ponganși prima due armature eterogenee sotto l' animale; indi, applicato l' arco, si osservino con attenzione i moti che ne insorgono. Portinsi poi tali armature lontane dall' animale, a qualunque distanza, e s' accostino al vicendevole contatto sul consueto piano coibente; si prenda da una persona un pezzo d' arco metallico, per esempio di stagno, da un' altra un simil pezzo dello stesso metallo; applichi ciascuna persona un' estremità di detto arco all' animale nei consueti luoghi, di poi porti l' altra estremità a contatto dell' armatura che gli è più vicina, cosicchè formisi un' arco intero, una porzione del quale venga fatta dalle armature, l' altra dai due pezzi tenuti in mano dalle dette persone: al contatto di quelli colle armature, ossia al compimento dell' arco, si vedranno spiccare moti nella rana preparata pressochè simili ai precedenti, purchè siano le forze animali vegete, e le armature tra loro ai dovuti contatti. Che se pur l' una, o l' altra mancasse delle dette condizioni, si frapponga alle armature un po' di umidità; chè questa supplirà ad un tal difetto, e vedrannosi i moti, al preindicato contatto dei due pezzi di metallo, insorgere vivaci e costanti, come se le armature fossero sopra l' animale stesso.

Or quale sbilancio di elettricità nell' animale indur potranno, secondo il Volta, le dette armature eterogenee, se dal

medesimo sono affatto lontane e disgiunte? Quale sbilancio si può fingere in esse, atto a svegliare le contrazioni dell' animale, mentre, quando quello vi fosse pur stato prima per la loro eterogeneità, dovrebbe essere affatto tolto dopo il molto tempo di scambievol contatto, e dopo che l' umidità interposta non può non avere aperto tra l' una, e l' altra armatura un libero e facile commercio di elettricità? Vorrà forse ascriversi l' effetto ai pezzi d' arco che si pongono a contatto coll' animale? Ma questi sono di già, come abbiam detto, omogenei. L' azione dei metalli eterogenei non sembra adunque esser quella che induca lo sbilancio di cui si tratta, e che è pure assolutamente necessario per ottenere il giro dell' elettricità, e in conseguenza le contrazioni; ma sembra verisimilmente che essi abbiano altra azione, di cui vi parlerò poscia in altra Memoria. Questa mia opinione poi del niuno influsso de' metalli eterogenei sullo sbilancio dell' elettricità, par vie più confermata dalla facilità e semplicità del mezzo, col quale la stessa omogeneità metallica può rendersi attiva, al pari dell' eterogeneità, per indurre le contrazioni. Questo mezzo è la levigatezza e lucidezza della superficie de' metalli che s' usano: però le contrazioni compariscono assai bene, adoperando per arco e per armature il solo stagno, il solo piombo, il solo ottone, il solo rame, il solo zinco, il solo ferro, quando questi sieno ben puliti e levigati; tra questi per altro si distinguono singolarmente il ferro, lo stagno, lo zinco. Si hanno parimente simili contrazioni applicando all' animale il solo arco omogeneo senza armatura, purchè sia esso ridotto ad egual pulimento e lucidezza in tutta la superficie, come è riferito nel Libro anonimo. I metalli poi che meglio riescono all' esperimento del solo arco, sono il ferro, lo stagno, l' argento. Che se col tempo tali metalli si rendono inefficaci ed inoperosi ad eccitare tali contrazioni, basta pulirli di nuovo, che tosto acquistano la primiera loro forza ed energia. Forse per ispiegare il fenomeno

dipendentemente dalla forza de' metalli, e non dalla elettricità propria dell' animale, vorrà anche qui supporre taluno qualche differenza di pulimento nella stessa superficie de' metalli? Ma a chi piacesse di simil maniera opinare si può rispondere, in primo luogo, che si è cercato colla diligenza possibile che la pulitezza della superficie de' metalli usati fosse la medesima in ogni punto; in secondo luogo, che posta una tale cura, quand' anche vi avesse una qualche differenza, non potrebbe ella essere che minima ed insensibile, e tale perciò, da cui non potrebbesi a buona ragione ripetere l' aversi, o il non aversi le contrazioni: senza di che, le ragioni di sopra esposte, nel trattare della eterogeneità di sostanza dello stesso metallo, valgono qui pure a dimostrare assai più sicuramente la inefficacia delle menome differenze che potessero aver luogo nel pulimento delle superficie; dovendo essere, in qualunque ipotesi, assai minore la forza di queste differenze nel produr le contrazioni, che quella della eterogeneità, la quale si è pur dimostrata inefficace.

Ma io ben m' avveggo che quantunque queste ragioni abbiano non piccola forza contro l' azione di una elettricità comune, tuttavolta non bastano esse a distruggere direttamente e pienamente certi altri argomenti portati dal signor Volta, che favoriscono l' anzidetta elettricità, e che atterrar sembrano totalmente la propria ed animale di cui trattiamo. Uno de' principali è certo quello delle contrazioni che si ottengono coll' applicazione dell' arco e delle armature eterogenee allo stesso nervo. Qui chiede egli con tutta forza: come può negarsi che queste non vengano da uno stimolo fatto dalla elettricità sbilanciata per ragione delle due armature eterogenee, la quale per restituirsi ad equilibrio non può non passare per la porzione di nervo interposta alle due armature? Si ha forse da supporre nello stesso nervo, in tutto simile a se stesso, una elettricità di un dato stato nel punto A, di un altro diverso nel punto B?

Si hanno a supporre queste due elettricità sì vicino esistenti in una parte tutta deferente, per cagione dell' umidità, senza che l' una comunichi coll' altra e con essa si equilibri? Non è questa una supposizione totalmente irragionevole? E chi potrà di fatto a buona ragione, per ispiegare questo fenomeno, cercare una dissimiglianza in un corpo totalmente simile, qual si è il nervo, e trascurarne una certa e patente in due corpi totalmente dissimili, quali sono le due armature eterogenee? Non posso io certamente negare che questo esperimento, e queste ragioni non facciano una gran forza per escludere le due elettricità contrarie, ossia lo sbilancio esistente naturalmente nel muscolo. Fecero di fatto anche nella mente mia una grande impressione, allorchè vidi io il primo un tale fenomeno. Ma riflettei in seguito, che poteva l' una armatura trar fuori, per mezzo dell' una estremità dell' arco a lei applicata, l' elettricità del nervo, che poteva la seconda armatura, per mezzo dell' altra estremità dello stesso arco, riceverla, e l' umidità trasferirla al muscolo, ove io supponeva risedere il naturale sbilancio. In tal modo potendosi, pel corso violento nato nel restituimento di essa elettricità all' equilibrio, eccitare la contrazione, mi sembrò la prenunziata difficoltà se non tolta affatto, almeno resa tale, che, a fronte di tanti altri argomenti ed esperimenti favorevoli alla mia opinione, non valesse a distruggere la fatta congettura. Tale esperimento, e tale congettura pubblicai nel mio Commentario, e non posso non saper grado al signor Volta che abbia ritentato e variato quello, mostrando di stimarlo pure qualche cosa, quando se n' è servito a conferma della sua opinione (V. pag. 113 - 114 ec.).

Tornando alla spiegazione, che poco innanzi ho data del fenomeno, confesso ingenuamente che mi rimaneva nell' animo qualche dubbio, e tale, che io era quasi sull' abbandonare la mia opinione ed abbracciar quella del Volta, se non avessi avuto in vista che lo stesso fenomeno succede adoperando

ancora armature in tutto simili ed omogenee, e servendosi parimente di un solo e semplice arco, in tutte le sue parti simile ed omogeneo, come ho riferito altre volte; e se inoltre non mi fosse venuto alla mente un nuovo esperimento, e da questo non fossi stato condotto ad altri, i quali mi sembrarono torre affatto la forza agli argomenti del Volta, ed i quali ora io sottopongo di buon grado al giudizio e discernimento vostro.

Il primo esperimento fu il seguente. Presi un nervo sciatico staccato da una rana, e adattai questo ad un' altra rana (preparata nella consueta maniera) in tal guisa, che con una estremità le toccasse un nervo sciatico, e coll' altra i muscoli della coscia corrispondente; a questo pezzo di nervo staccato adattai indi le armature eterogenee, ed a queste l' arco: quand' ecco ebbi le contrazioni poco dissimili da quelle, che avrei ottenute se avessi applicato le armature e l' arco allo stesso nervo intero e naturale appartenente alla coscia. Ov' è qui la forza stimolante dell' elettricità sul nervo? In questo caso la parte di nervo, per cui passar deve e circolare l' elettricità, è quella interposta fra le due armature, e per conseguente quella del nervo staccato; onde il nervo proprio della rana preparata rimane affatto fuori del giro dell' elettricità, nè può essere dalla torrente (*a*) della medesima punto ed irritato.

Potrebbe però qui, forse non senza sembianza di vero, opporsi da qualcuno: che quantunque per questa ragione il nervo proprio della rana non possa essere irritato immediatamente dalla torrente dell' elettricità, che si vuol somministrata dalle due armature, lo potrebbe però essere da quelle particelle

(*a*) Si è creduto di dover conservare e adottare questa espressione *torrente*, impiegata sempre dall' Autore, invece di *corrente*, nel superiore Opuscolo *dell' Arco conduttore* (pag. 181, not. (*a*)), quantunque nella prima edizione di queste Memorie le due espressioni s' incontrino talvolta promiscuamente.

esteriori della stessa torrente, che, uscendo dalla medesima, fuggono qua e là, e formano una specie di atmosfera, le quali particelle, benchè non fossero atte ad irritare il nervo con quella forza con cui lo può la torrente, tuttavolta bastar potrebbero a stimolarlo in modo, che ne nascessero le accennate contrazioni; le quali contrazioni finalmente non sono mai del valore e della energia di quelle, che si eccitano dall' arco e dalle armature applicate immediatamente ad esso nervo. Ma questa obbiezione vien tolta dal seguente esperimento. Si applichi perpendicolarmente a questo nervo una piccola porzione del nervo staccato; si adattino a questa le armature e l' arco: niuna contrazione si sveglia; eppure nel portarsi la torrente elettrica in giro per la detta porzione del nervo staccato passa sicuramente presso il nervo della rana preparata, e quindi le supposte particelle esteriori della medesima dovrebbono da essa staccarsi, e lanciarsi contro il nervo, ed irritarlo (*a*). Lo stesso succede se si renda a bello studio molto più ampia e più forte la detta torrente, come per esempio se alla piccola porzione di nervo, applicata nella preposta maniera all' altro nervo, si applichi traversalmente un' altra simile porzione assai maggiore, oppure un corpo umido deferente di tale estensione,

(*a*) La presente esperienza con la precedente e le consecutive, non che le analoghe, ma più concludenti, descritte nelle ultime pagine della quinta di queste Memorie, potevano di leggieri suggerire il tentativo d' indirizzare la corrente elettrica perpendicolarmente alla lunghezza del nervo della rana, e far presagire pur' anche l' esito del tentativo. Sono dunque persuaso che qualora il ch. sign. prof. Matteucci avesse avuto cognizione di queste antiche esperienze, si sarebbe fatto un pregio di rendere onore all' autore delle medesime in quel capitolo del suo Saggio sui fenomeni elettrici degli animali, nel quale discorre appunto di un simile tentativo da lui stesso eseguito (V. Essai sur les phén. électri. des Animaux Cap. 3°., pag. 6 e 7).

prof. Gherardi.

per cui vi si possano adattare due grandi armature eterogenee, ed a queste un arco proporzionato. Come mai, in questo caso, un numero tanto maggiore di particelle elettriche, che necessariamente, nella data ipotesi, dovrebbero staccarsi dalla torrente, e portarsi ad irritare il nervo, non vale ad eccitare la minima contrazione? Che se le contrazioni che si hanno nel primo esperimento volessero attribuirsi ad un moto, che lo stimolo della torrente elettrica inducesse in una materia sottile elastica qualunque, esistente nel nervo tagliato, il qual moto si propagasse poi, per la detta materia, dal luogo dello stimolo all' altro nervo, io chiederei: in primo luogo, come possa esistere tuttavia una tale materia in un pezzo di nervo tagliato e staccato dall' animale? in secondo luogo, quand' anche si volesse che simile materia esistesse pure in cotal pezzo di nervo, perchè dunque lo propagherebbe essa questo moto nel primo esperimento, quando questo nervo staccato forma arco, e non altrimenti nel secondo, quando questo nervo staccato, benchè non formi arco, è però ad un perfetto ed indubitato contatto col nervo della rana? Si ascriverebbe ciò forse al doppio contatto nel primo esperimento, ed al semplice ed unico nel secondo? Ma se è così, si applichino al detto nervo della rana perpendicolarmente, come si è proposto, in vece d' un pezzo solo di nervo, due, o tre, o quattro pezzi simili; se questi saranno ben uniti, in modo che formino come un pezzo solo, niuna contrazione si ecciterà, quantunque i punti di contatto, e per conseguenza le strade al moto della materia, che si vuole inchiusa in essi, sieno di tanto moltiplicate. Neppur dunque dal moto di questa materia immaginata può venir l' irritamento, e la contrazione che si eccita ne' muscoli, allorlorchè il nervo estraneo forma arco col nervo intero e proprio dell' animale, su cui si fa lo sperimento.

Ma a togliere ogni benchè minimo sospetto di questo irritamento e di questa metallica elettricità, in vece delle due

armature metalliche e dell' arco metallico, si adoprino due armature ed un arco di sostanza puramente animale. A ciò fare, si applichino al nervo proprio della rana preparata due pezzetti di muscolo, lunghi in guisa, che sporgano non poco fuori di esso nervo; indi si collochi a traverso de' medesimi un terzo pezzetto, cosicchè si compia l' arco; si alzi poscia con un cilindretto di vetro una delle estremità di questo pezzetto, e poi sia lasciata cadere sull' altro da cui s' era distolta: al momento del loro scambievole contatto si vedranno immediatamente insorgere, non apparenti, ma vere e reali contrazioni, non di alcune fibre muscolari, ma di tutti i muscoli, benchè più languide di quelle svegliate per mezzo delle armature metalliche e dell' arco parimente metallico. Ecco pertanto rimosso qui pure ogni sospetto di elettricità metallica, e di irritamento da essa indotto nel nervo. Tutto è dunque effetto, in questi sperimenti, della forza dell' arco applicato al nervo. Ma veggo cosa potrebbesi qui obbiettare, e chiedere da taluno col signor Volta, e con altri: se dunque codeste contrazioni non voglionsi eccitate dalla forza stimolante di una estrinseca elettricità applicata al nervo per mezzo dei metalli, ma bensì nate dalla forza dell' arco, che ponga in giro una elettricità intrinseca esistente singolarmente nel muscolo, come mai potrà ciò avvenire applicando armature ed arco, non al nervo insieme ed al muscolo, ma al solo e semplice nervo, siccome nel caso nostro si suppone? Questo è ciò che passo a dimostrarvi ed a porvi sott' occhio con alcune Tavole, ed ulteriori esperimenti, nella seguente Memoria. Ma permettetemi che prima io addimandi, a chi di questa maniera opponesse, come mai in due armature in tutto simili ed omogenee tra di loro, ed in un arco parimente del tutto simile ed omogeneo alle medesime, applicato poi allo stesso stessissimo tronco di nervo, in cui tra una parte sua e l' altra non si dà la menoma differenza, come mai, dissi, in tanta eguaglianza d' artifizi, e in

tanta uniformità di natura e di sostanza della parte animale su cui essi artifizi si adoprano, può supporsi sbilancio o preesistente nella medesima parte, o indotto dai medesimi artifizi, e sbilancio tale, che ponga in giro ed in sì veloce corso l' elettricità comune, come d' uopo è che avvenga, stante la somma prontezza ed istantaneità con cui si svegliano le accennate contrazioni? Ma io veggo bene, che questo non sarebbe togliere la difficoltà, nè rispondere alla richiesta fatta, ma bensì opporre alla medesima una difficoltà di altra natura. Mi riserbo pertanto a darne la spiegazione, ed a por la cosa nel suo maggior lume e schiarimento nella Memoria che verrà appresso, come vi ho promesso.

MEMORIA TERZA.

Del circolo che descrive naturalmente l' elettricità nell' animale, passando dal muscolo al nervo e da questo facendo ritorno al muscolo.

Non bastava a mio credere, per la facile e chiara intelligenza de' fenomeni della elettricità animale, l' aver provato generalmente, tutti i moti muscolari fin qui eccitati dipendere da un particolar circolo della elettricità medesima fatto nel muscolo per mezzo del nervo e dell' arco, ma sembrava necessario il porre sott' occhio questo stesso circolo, ed il dimostrarlo in ciascun caso particolare. Questo è ciò che io ho destinato di fare nella presente Memoria per mezzo di alcune Tavole, e di nuove sperienze, che tutte ho l' onore d' indirizzare a Voi, dottissimo amico, e di sottoporre al vostro fino discernimento.

Ma prima di tutto, per porre la cosa nella maggior chiarezza possibile, bisogna ricondurre a mente quanto nel Commentario, e nell' Opuscolo anonimo viene proposto, e che i nuovi tentativi in seguito mi hanno apertamente svelato e dimostrato, circa lo stesso anzidetto circolo.

I.° Che l' elettricità, la quale induce le muscolari contrazioni, sta di già raccolta singolarmente, e cumulata nel muscolo, ossia nella fibra muscolare, ma in un differente stato, di positiva cioè, e di negativa, ossia in istato di sbilancio, qualunque ne sia poi la cagione. Questa potrebbe forse essere o la particolar struttura ed intima fabbrica di essa fibra, o la

doppia e differente sostanza che la compone, gommosa l'una, come ne dimostra l' osservazione, nervea l' altra, come ne addita il senso di cui gode indubitatamente, oppure qualsivoglia altro particolar meccanismo tutt' ora ignoto.

II.° Che in grazia di questo sbilancio si fa appunto l' indicato circolo della elettricità in esso muscolo.

III.° Che un tal circolo consiste nel partir l' elettricità dal muscolo, e nel ritornare con ogni sforzo, per inviolabil legge, al medesimo, non altrimenti che avviene nella boccia di Leida, o nel quadro magico.

IV.° Che un tal circolo compiesi nella seguente maniera: si parte l' elettricità dal muscolo per la via del nervo; accorre a quel luogo di esso nervo in cui è richiamata dalla forza dell' armatura e dell' arco; esce dal nervo in questo stesso luogo, tratta fuori dalle medesime forze; entra nell' arco, e per mezzo di esso ritorna finalmente a tutto potere al muscolo, donde partì.

V.° Che a cagione di questa tendenza e di questo sforzo che adopera l'elettricità per ritornare al muscolo, sceglie sempre la strada più breve per giugnervi, proprietà, che niuno certo può negare essere quella stessa che si osserva nella elettricità raccolta nella boccia di Leida, o nel quadro magico.

VI.° Che i nervi, come chiaro si rileva da quanto abbiamo esposto, sono i naturali e particolari conduttori di detta elettricità, come quelli che colle loro estremità si insinuano nella intima fabbrica e sostanza della fibra muscolare, ove la stessa elettricità sembra esser raccolta e cumulata.

VII.° Per ultimo, che un tale uffizio i nervi naturalmente esercitano colla intima loro parte e sostanza midollare; e quindi è che, divisa questa ed interrotta per mezzo della legatura, o in altra maniera, generalmente il circolo della elettricità si sospende, quantunque nei nervi legati, o in altro modo viziati, restino le membrane, e siavi sempre l' umidità, che condur potrebbero fuori del muscolo l' elettricità.

Premessi e stabiliti generalmente questi principii, vengo ora alla spiegazione e dimostrazione di detto circolo in ciascun caso particolare. Ed incominciando dal primo caso in cui per mezzo delle armature e dell' arco scopersi il detto circolo, osservate di grazia come in esso si faccia, e vedete la strada che tiene la torrente elettrica nel partirsi, e nel ritornare, per mezzo de' nervi e dell' arco, ai muscoli.

Ma qui cade in acconcio prima d' ogni altra cosa l' avvertire, che, acciò riescissero più sicuri e più facili gli esperimenti, mi sono quasi sempre servito per armatura in ciascuno di essi di una laminetta o moneta d' argento, e di un' altra simile di zinco, e per arco di un filo di rame inargentato, essendo questa la combinazione de' metalli più efficace d' ogni altra per eccitare le contrazioni e renderle più sensibili.

Sia dunque applicata, *Tav. VII. Fig.* 1., al nervo I l' armatura di zinco, ed alla sua corrispondente gamba G l' armatura di argento; indi venga adattato l' arco ad ambedue le armature: al momento che questo viene a contatto per mezzo delle sue estremità colle stesse armature, si svegliano immediatamente le contrazioni, come ben sapete, sì nell' una, che nell' altra gamba. È facile in questo caso il concepire il circolo della elettricità per cui esse nascono nella gamba G; si parte cioè l' elettricità dai muscoli di questa corrispondenti al nervo I, ascende per l' intima sostanza di questo fino all' armatura, esce dalla medesima sostanza, tratta dalla forza di essa armatura e dell' arco, scorre per l' arco stesso, e così ritorna ai muscoli donde è partita. Un tale cammino viene indicato dalla serie dei punti *a b c e*; si dimostra la torrente nella fine del suo circolo, ossia nel ritorno ai muscoli, divisa in varie diramazioni, sì perchè meglio si distingua il termine suo dal suo principio, sì ancora perchè sembra molto verisimile, che, dovendosi la detta torrente restituire a ciascun muscolo da cui è partita, ed essendo questi così varii, debba ella pure, giunta alla

gamba, dividersi in varie parti, ossia in varie diramazioni. Che realmente poi si tenga una tale strada dalla torrente elettrica, basta a dimostrarlo evidentemente, l' ottenersi per l' una parte le stesse contrazioni ancorchè sia la gamba G col suo nervo I staccata totalmente e divisa dall' altra, come nella *Fig.* 2., ed il mancare inoltre le medesime affatto ove l' arco venga in qualunque luogo interrotto, come in *c*. Il circolo che in questa preparazione ella descrive è il seguente ***a b c e***.

Venendo ora al circolo che fa l' elettricità nella gamba M *Fig.* 1., questo non si offre così immediatamente all' animo; pure per poco che si consideri la cosa si vedrà chiaramente, che, partendo l' elettricità dalla gamba M, ascende pel nervo H, attraversa la spinal midolla nel luogo in cui si uniscono ambi i nervi sciatici, indi discende pel nervo I fino all' armatura, di lì esce e passa all' arco, e per esso scorre fino all' armatura de' muscoli nella gamba G; ivi però non si arresta, come nel primo caso, ma scorre più oltre, ascende fino al luogo della unione delle coscie, ed attraversando un tal luogo torna finalmente ai muscoli della gamba M dai quali è partita. Viene espresso questo circolo colle lettere ***n o r s t u***, che sono poste a bello studio alla curva formata dalle lineette, per distinguerla più prontamente e facilmente dall' altra indicata dalla serie dei punti (*a*). Si prova egli evidentemente un tal circolo, tagliando in qualunque luogo il nervo I al di sopra dell' armatura; poichè in questo caso essendo interrotto l' indicato cammino, mancano le contrazioni nella gamba M, quantunque l' arco si applichi alla stessa maniera, e negli stessi luoghi di prima. Quindi è ancora che cessano affatto, se, tagliati i nervi

(*a*) A pienissima intelligenza delle figure, e delle cose che l' Autore ha voluto con esse indicare, si consulti una Nota dell' Autore stesso sulla fine della presente Memoria, ed anche la spiegazione delle Tavole posta dopo la quinta ed ultima Memoria.

presso la loro escita del canal vertebrale, come nella *Tav. VIII. Fig.* 6., o tagliata per metà la spinal midolla, giusta la sua lunghezza, rimanga ciascun nervo diviso dall' altro; come pure se, per mezzo del taglio fatto nel luogo dell' unione delle coscie, l' una gamba si separi dall' altra, come nella *Fig.* 7., tenendo però sempre applicate le armature, e similmente l' arco alla stessa maniera indicata nella *Tav. VII. Fig.* 1. Viene poi egli altresì confermato a meraviglia un tal circolo dal comparire nuovamente le contrazioni, se artificialmente si riuniscano e si pongano a contatto i separati nervi, e le divise coscie; mentre, facendosi in allora continuato quel cammino che prima era interrotto, debbono appunto le indicate contrazioni, come fanno, di nuovo comparire. Alla stessa maniera si dimostra un tal circolo per la superior parte del nervo I, se nel luogo indicato, in cui sia stato tagliato il nervo ed interrotto il cammino, si ponga un corpo deferente qualunque che comunichi colle estremità del nervo reciso; mentre rinascono allora, all' applicazione dell' arco, le contrazioni come prima, essendo tolta l' interruzione del cammino. Finalmente a provare il detto circolo dal nervo II per la superior parte del nervo I, nulla avvi di più acconcio che il tagliar questo affatto e torlo via, ed in sua vece sostituire un corpo deferente qualunque, ed applicarlo con una estremità al canal vertebrale, ed all' altra estremità lasciata libera adattare l' armatura, che prima era al nervo; poichè vedrannosi in questo caso, all' adattamento dell' arco colle armature, svegliarsi le contrazioni egualmente che quando vi aveva il nervo.

Descritto e dimostrato il cammino dell' elettricità in questo primo caso, giova considerare alcune particolari combinazioni che in esso accadono, degne di tutta la considerazione. Ed in primo luogo è da avvertirsi, che ambe le torrenti, quella cioè della gamba M, e quella della gamba G escono dal medesimo punto e dalla medesima armatura del nervo I, ed entrano pel

medesimo punto del muscolo e per la medesima armatura della gamba G: in secondo luogo, che scorrono ambe per lo stesso arco, e in esso colla medesima direzione, cioè da I verso G: in terzo luogo, che la torrente della gamba G scorre per un cammino più breve, quale è quello indicato colle lettere *a b c e*, e per un più lungo, cioè per *n o r s t u*, quella della gamba M.

Posta una tale differenza di cammino, resterebbe ora a cercarsi se l' una torrente giunga più presto al punto dell' armatura della gamba, l' altra più tardi; oppure se vi arrivino ambedue nello stesso tempo. Se si voglia il primo supposto, scorreranno esse per l' arco successivamente l' una dopo l' altra, e in conseguenza disgiunte, benchè di ciò avveder non se ne possa l' osservatore, per la somma velocità con cui camminano; se poi si voglia l' altro, si troveranno ambe unite allo stesso tempo nell' arco, e nelle armature senza che l' una perturbi l' altra. Riescirebbe al certo più comoda e più facile all' intendimento dei fenomeni la prima supposizione, che l' altra; ma io lascierò giudicar la cosa ai dotti fisici, ed a Voi singolarmente, che siete uno de' più eccellenti.

Ora tornando in carriera, prima di passar oltre avvertirò qui, solo alla sfuggita, che il circolo delle due torrenti è a un dipresso lo stesso, quando l' armatura che era al nervo si applichi o al canal vertebrale, o alla spinal midolla; il che, considerando alcun poco la cosa, può ciascuno facilmente comprendere. Ma venendo a que' casi, ne' quali il detto circolo non si offre sì prontamente alla vista ed alla considerazione dell' osservatore, e che fanno maggiore difficoltà al signor Volta per potermelo accordare, vedete di grazia come anche in questi esso circolo pure si faccia. Sono questi casi, come vi è noto, quelli ne' quali l' arco e le armature si applicano ai soli nervi. Sia dunque, in primo luogo, armato il solo nervo I, *Fig.* 3., colle due armature eterogenee di sopra usate, e si applichi alle

medesime l' arco: se le forze dell' animale preparato saranno vegete, si contrarranno non solo tutti i muscoli della gamba G, ma quelli ancora della gamba M, ed ambidue gli arti moverannosi gagliardamente. Dunque fa di mestieri, posta la legge di detto circolo, che in ambe si parta l' elettricità dai muscoli, ed a questi ritorni. Ora veggiamo come ciò avvenga, quale strada ella tenga, e come scorra in ciascuna di esse gambe: e per maggior chiarezza consideriamo il detto circolo solo relativamente alla coscia, siccome viene espresso in questa ed in altre figure. Nella gamba G ella parte dalla coscia, ossia dai muscoli che la compongono, ascende pel nervo I fino alle armature, e verisimilmente fino alla superiore, massimamente se a questa per la prima si applichi l' estremità dell' arco, o se questa stessa sia formata di un metallo più attraente l' animale elettricità, che quello dell' altra; ivi giunta, esce dall' interno del nervo, e uscita ch' ella è scorre per l' arco, poi da questo si porta all' altra armatura, indi discende per la superficie della porzione inferiore del nervo I, e torna per questa, come per la strada più breve, alla stessa coscia, ossia ai suoi muscoli, descrivendo il circolo *a b c e* indicato dalla serie dei pnnti. Che se poi l' elettricità uscisse dall' inferiore armatura, perchè da questa fosse per la qualità del metallo più fortemente attratta, o perchè alla medesima per la prima si applicasse l' estremità dell' arco, o finalmente perchè nel luogo di essa medesima trovasse una maggior facilità ad uscire, allora ella descriverebbe il circolo *a c b e*, scorrendo esternamente per tutta la porzione di nervo che resta al di sotto dell' armatura superiore fino al di lui ingresso nella coscia. Comunque la cosa sia, che essa elettricità compia tutto il suo giro parte per lo stesso nervo, parte per l' arco, lo dimostrano le contrazioni che si avranno ancorchè si tagli il nervo I nel luogo superiore alle armature, indi si applichi come prima alle medesime l' arco; oppure se, lasciando intero il nervo I, si tagli il nervo H in qualunque

punto. Egli è chiaro pertanto che anche quando i nervi sono interi l' elettricità tiene lo stesso cammino.

Passiamo ora a considerare il circolo della elettricità allorchè induce le contrazioni nella gamba M. Questo è totalmente differente dal primo: ma vedrete anche qui osservata inviolabilmente la legge di seguir la strada più breve e più facile per far ritorno al muscolo. Il circolo è il seguente, evidentemente dal fatto, se mal non m' appongo, dimostrato, *n o r s t u*, quello cioè che è marcato dalla serie delle lineette. Di fatto, se si tagli il nervo I al di sotto delle armature, e si applichi l' arco come prima alle stesse, se sarà ben separata l' estremità del nervo reciso, nè v' abbia nel piano coibente, su cui si fa l' esperimento, alcuna umidità che supplir possa alla porzione inferiore del nervo reciso, niun moto nasce nella gamba M, restando allora interrotto il cammino, o sia l' arco fra il nervo H, e la gamba M. Che se o le estremità del nervo reciso si pongano ambe artificialmente tra di loro a contatto, o, tagliata tutta la porzione inferiore del nervo sino al suo ingresso nella coscia G, si adatti in sua vece un corpo deferente qualunque, come una porzione di pelle, o di muscolo, od una striscia d' acqua, e questa si porti a contatto della coscia, onde suppliscasi in qualche modo alla porzione di nervo separato, ritornano tosto, ad una nuova applicazione dell' arco alle armature, le contrazioni pronte e vigorose come prima, compiendosi per tal modo la strada che prima restava interrotta. Questo sperimento a me sembra non solo comprovare pienamente il proposto circolo della elettricità, ma opporsi non poco a quel circolo, che il Volta suppone farsi nella porzione di nervo frapposta alle armature, ed allo stimolo già indicato. Mentre se, allorchè si applicano le armature e l' arco ad un solo nervo, si muovono ambedue le gambe, come il fatto dimostra, per spiegare in questo caso il fenomeno par certo non v' abbia altra strada, fuori che il

supporre che lo stimolo fatto dalla torrente elettrica nella detta porzione del nervo I si propaghi al nervo H, per la comunicazione che avvi fra l' un nervo e l' altro mediante la spinal midolla. Ma se ciò fosse, perchè non succede egli lo stesso anche allorquando è interrotta inferiormente la strada alla gamba G? Eppure rimane anche allora la prenunciata comunicazione. Chiedrei poi inoltre al signor Volta, come mai, esser dovendo nella sua ipotesi una sola la torrente formata dalla elettricità delle due armature, o da quella dell' animale diversamente smossa ed attratta dalle medesime, come mai, dissi, si possa ciò accordare colla doppia torrente da noi fin qui chiaramente dimostrata? Quanto non è più consentaneo al vero ed alla ragione, il credere che le dette contrazioni insorgano in grazia del circolo di già proposto per ciascun arto, e non già ideato, ma dimostrato? Ma passando a farlo conoscere vero e reale eziandio in varie altre combinazioni, in cni si applichino l' arco e le armature ai soli nervi, un' altra tosto ve ne proporrò che serve a confermare vie più la verità della cosa, ed a dimostrarvi l' insussistenza dell' ipotesi del Volta.

Si tagli in una rana preparata uno de' nervi, come il nervo I *Fig.* 4., nel luogo in cui più v' aggrada; si armino colle suddette listarelle eterogenee le estremità del nervo reciso, indi si applichi alle armature l' arco; voi otterrete immediatamente i consueti movimenti in ambedue le gambe M, G. Osservate ora il circolo che in ciascuna di esse tiene l' elettricità per indurre tali movimenti : nella gamba G, ella passa dai muscoli della coscia nell' interno del loro nervo corrispondente I, avanza occultamente il suo corso pel medesimo, indi, giunta all' estremità recisa, esce fuori e va all'armatura, poscia, scorrendo per l' arco, giugne all' altra armatura, di lì segue il suo cammino per la porzione superiore dello stesso nervo I, indi attraversando la spinal midolla scorre esternamente pel nervo H, finchè giunta all' unione delle coscie si

riconduce finalmente alla sua gamba G; in somma ella tiene il cammino *a b c d e*. Ne volete una prova indubitata? tagliate il nervo H in qualunqne luogo più vi aggrada, e tosto replicando l' esperimento vedrete mancarvi le contrazioni, restando allora interrotta l' indicata strada; rinnite indi le recise estremità per mezzo di un corpo deferente, come di un pezzetto di carne, di pelle, o conducendole a bella posta a contatto, e rifatto l' esperimento, risorgeranno di nuovo le contrazioni. Che se mai dubbio nascesse che tali contrazioni non già dipendessero dalla elettricità della coscia G, ma bensì da quella della coscia M, che, per compire il suo giro, ascendesse pel suo nervo H, di poi discendesse pel nervo I reciso, e irritando la sua porzione inferiore eccitasse così le indicate contrazioni; a togliere su di ciò ogni dubbio, basta levare affatto il predetto nervo H, ed in sua vece collocarvi un pezzetto di carne, che tocchi con una estremità il canal vertebrale, coll' altra la coscia, mentre vedrannosi allora svegliate le contrazioni egualmente come se vi fosse il nervo intero, anzi assai meglio, per la maggior ampiezza del nuovo conduttore; indubitata prova che niuna parte aveva nelle medesime la elettricità del nervo H.

Ora veniamo a descrivere il giro che tiene l' elettricità nella gamba M. Esce ella adunque dalla gamba, cammino facendo entro il nervo sino all' inserzion sua nella spinal midolla; escita da questa, passa alla porzion superiore del nervo I reciso, indi alla sua armatura, poi s' incammina per l' arco, e giugne così all' altra armatura, da questa discende esternamente per la porzione inferiore del nervo I fino all' unione delle coscie, d' onde poi fa ritorno alla sua gamba M. Eccovi brevemente indicato lo stesso cammino colle seguenti lettere *n o r s t u*.

Ho io dimostrato pertanto e l' origine, e la cagione di tali contrazioni. Or mi farei a chiedere al Volta, come possa

egli in questo esperimento far vedere egualmente l' origine di queste stesse contrazioni, secondo l' opinion sua, e come possan queste ripetersi dalla elettricità sbilanciata per mezzo delle armature, nel passaggio che ella fa per la porzione di nervo frapposta alle stesse armature, affine di porsi in equilibrio, quando una tal porzione manca totalmente? Ma tornando alla considerazione del circolo che descrivono in questo caso le due torrenti, fa di mestieri osservare, essere necessario che ambedue scorrano non solo per lo stesso arco e le stesse armature, ma che vi scorrano con direzione totalmente contraria; mentre, allorchè la torrente della coscia G passa dal nervo I alla prima armatura, ed ascende per l' arco per portarsi all' altra armatura, e di lì, per la spina del dorso, al nervo H, onde ritornare alla istessa coscia, la torrente della coscia M, uscendo dal nervo H, passando per la stessa spina del dorso, e di lì alla superior armatura del nervo I, discende poi per lo stesso arco per restituirsi alla sua coscia; cosicchè la prima torrente scorre nell' arco per la direzione *b c*, e la torrente dell' altra per la direzione totalmente opposta *o r s t*. Quanto ho detto dell' arco intender devesi ancora delle armature, e della spina del dorso; in queste parti pure ed in questi luoghi le torrenti non possono non iscorrere con direzione contraria. Or ciò posto, siccome queste torrenti sono libere, e debbono pure incontrarsi, fa d' uopo conchiudere o che esse scorrono per lo stesso arco in diversità di tempo innassegnabile, o se nello stesso tempo, che l' una tiene per l' arco un cammino, e l' altra ne tiene un altro: quando non si volesse supporre, che elleno si potessero incontrare ed incrociarsi, senza che si estinguesse il loro moto, e che per l' urto si diminuisse soltanto, onde minori ne nascessero le contrazioni. Forse la diversità delle armature, e la prima applicazione che si fa di un' estremità dell' arco piuttosto ad un nervo, che all' altro potrebbero condurre ad intendere la differenza della velocità,

e quindi del tempo con cui le due torrenti camminano: di qui forse nascerebbe la varietà delle contrazioni, che spesso nelle due gambe si ravvisa; anzi la total quiete in una, il moto nell' altra, come non di rado si osserva in questi esperimenti. Ma queste sono cose troppo difficili a decidersi e a porsi in chiaro: non lasciano però di meritare ogni più sollecita attenzione ed ogni più esatta ricerca per esser appieno conosciute, poichè condur potrebbero a nuove ed interessantissime cognizioni su l' azione di questo fluido elettrico nell' animale economia. Io intanto le ho volute proporre, avendo esse luogo, siccome vedrete, nella maggior parte degli esperimenti, che passo ora a sottoporre alla cortese attenzion vostra; e benchè in questi esperimenti si applichino ai soli nervi le armature e l' arco, pure è facile il conoscere il giro che in tutti fa l' elettricità. Esso comincia dal muscolo, e ivi termina; e l' uffizio che prestano i nervi è quello solo di servire da conduttori della medesima elettricità, nè della propria soltanto, ma l' uno a vicenda di quella dell' altro, con questa differenza però, che la torrente propria scorre internamente, esternamente l' altra.

Tutti questi esperimenti, e questi circoli, per non trattenermi troppo a lungo, io qui vi pongo sott' occhio colle seguenti figure. Osservate la cosa primieramente nella *Tav. VIII. Fig.* 5., in cui nella rana preparata sono armati i nervi con due listerelle eterogenee, l' una di stagno, di ottonella l' altra: condotto l' arco dall' una all' altra di queste listerelle, il circolo che descrive l' elettricità nella coscia M è segnato dalla serie delle lineette, e indicato dalle lettere *n o r s t u*; quello poi che tiene nell' altra coscia G è espresso colla serie dei punti, e colle lettere *a b c d e*. Nella *Fig.* 6., in cui sono recisi i nervi dalla spinal midolla, e separati l' uno dall' altro, e le stesse armature sono collocate alle estremità dei nervi tagliati, viene parimente il detto giro notato nella coscia M per

mezzo della serie delle lineette, e colle lettere *n o r s t u*; e nella coscia G per mezzo della serie dei punti, e colle lettere *a b c d e*.

Tale circolo nella *Fig*. 5. viene bastantemente, a mio giudizio, comprovato dai principii di sopra stabiliti, e dagli esperimenti poc' anzi proposti: pure ad accertarsene anche più, basta tagliare l' uno de' due nervi, come il nervo H, al di sotto dell' armatura, indi applicar l' arco come prima alle due armature; mentre venendo allora interrotto nella gamba M l' indicato cammino, mancano in essa costantemente le contrazioni, le quali parimente o mancano, od a stento compariscono nella gamba G, ove le forze dell' animale sieno languide d' assai, ma nuovamente poi tornano in ambedue se si uniscano come prima le estremità del nervo tagliato, o si frapponga a queste un pezzetto di pelle, o di muscolo, o di carta bagnata. E qui vi prego a riflettere che la cosa cammina con molta differenza nelle dette coscie. Mentre, relativamente alla coscia G, mediante il taglio del nervo H s' interrompe bensì la strada alla sua torrente elettrica da *a*, in *e*, ossia quella che viene formata parte dal nervo H, parte dall' unione delle due coscie, ma un' altra gliene rimane per far ritorno alla medesima coscia: di fatto può detta torrente escire dal nervo I, e per l' arco portarsi all' armatura del nervo H, e di qui, ascendendo per la rimasta porzione del nervo H alla spinal midolla, ricondursi poi per l' esterna superficie del nervo I alla sua coscia; oppure può anche far prima il tragitto della spinal midolla, indi quello dell' arco: o sia l' uno, o sia l' altro, dovranno per certo aversi in essa coscia le contrazioni, come di fatti avviene, ove le forze animali sieno vigorose. Rimane pertanto chiaro, che, rapporto a questa coscia, la elettrica torrente prima del taglio del nervo H potrebbe tenere più strade per compiere il suo giro, quella cioè che ho indicato nella figura, e le altre due qui proposte; ma tuttavia, essendo verisimile che

una sola ella ne segua sempre, e che questa sia la più breve, la più facile e spedita, così io mi sono attenuto alla strada che ho delineata nella figura, come a quella che ha i predetti caratteri, e che viene anche in qualche modo dimostrata dalla necessità di essere rinnovata o colla riunione del nervo tagliato, o colla interposizione di un corpo deferente, allorquando, per le forze languide dell' animale preparato, mancano come ho detto le contrazioni. Queste stesse ragioni militano a favore parimente del cammino che abbiamo delineato relativamente alla torrente della gamba M, prima che si tagli, come si è detto, il nervo H al di sotto dell' armatura. Ma fatto questo taglio, la cosa cammina molto diversamente. Mentre l' elettrica torrente di questa gamba non trova altrimenti quelle strade che vengon pure somministrate, siccome abbiamo notato, alla torrente della gamba G, e quindi mancano nella stessa gamba M le contrazioni: poichè, tagliato il nervo H sotto l' armatura, quantunque immaginar si potessero altre strade, come per esempio che ella partisse dalla coscia M e si trasportasse all' altra G mediante la loro unione, e di lì, ascendendo pel nervo I, sortisse dall' armatura di esso nervo, e indi, scorrendo per l' arco, e poi per la spinal midolla, si riportasse, per lo stesso nervo I, prima alla coscia G, e poscia da questa si restituisse finalmente alla sua coscia M per mezzo dell' unione delle coscie stesse, pure la sperienza dimostra che una tale strada non si tiene altrimenti dalla torrente, mancando costantemente, siccome abbiamo detto, in questo stato di cose le contrazioni, e ricomparendo solo allorchè riesca di potere esattamente adattare le due estremità del nervo H reciso o scambievolmente tra di se, o ad altro corpo deferente interposto, cosicchè venga a ristabilirsi totalmente la primiera strada interrotta; il che siccome non è sì facile ad ottenersi, così non è meraviglia se non sia sì frequente il ritorno delle contrazioni, e il felice esito dello sperimento.

Ora venendo alla spiegazione della *Fig.* 7., nella preparazione dell' animale ivi rappresentata, in cui sono i nervi H, I uniti alla spinal midolla, e restano per mezzo del taglio divise le coscie M, G, e staccate l' una dall' altra, è manifesto che, non rimanendo altra strada pel corso della elettricità che quella dell' unione de' nervi colla spinal midolla, il circolo verisimilmente tenuto dalla torrente elettrica nella coscia G sarà *a b c d t' e*; nella coscia M poi sarà *n o r s t u*. Nella descrizione di questo circolo suppongo che le torrenti, tratte dalla maggior forza dell' arco, prima a quello si dirigano, per quello scorrano, ed indi per l' unione de' nervi fatta naturalmente mediante la spinal midolla ed il canal vertebrale. Una tal supposizione sembra più coerente alla ragione, ossia all' indole sì de' metalli, che della elettricità animale. Non è perciò che non potessero forse le elettriche torrenti tenere un' altra strada, scorrendo cioè prima per l' indicata unione de' nervi, poi per l' arco. Ma comunque la cosa sia, lo sperimento torna lo stesso, se, in vece di lasciare uniti naturalmente i nervi per mezzo della spinal midolla, da questa si separino, e si nniscano tra di loro o pel mutuo contatto delle recise estremità, o mediante nn qualche corpo deferente.

Voi ben vi accorgerete, dottissimo Professore, in che consista la differenza del circolo in questa preparazione, paragonata con quella espressa nella *Fig.* 6., e ne intenderete la ragione; in quella, cioè, compie la strada l' unione delle due coscie, in questa l' unione dei nervi: in quella pertanto il luogo in cui debbono passare ambe le torrenti è inferiore al luogo dell' applicazione dell' arco, in questa è superiore; il che pone in chiaro, che in tutti questi esperimenti fa d' uopo considerare due archi, ossiano due luoghi comuni al passaggio di ambe le elettricità, l' arco cioè artifiziale, e il luogo di unione o dei due nervi, o delle due coscie.

Ecco, se non erro, posto in tutta la sua chiarezza ed evidenza

il circolo che fa l' elettricità animale, allorquando si applicano le armature e l' arco ai soli nervi preparati; cioè, parte ella dal muscolo scorrendo per la interna sostanza de' nervi, ed uscendo da questa ritorna al muscolo camminando per l' esterior parte de' nervi medesimi.

Avendo posto sott' occhio il giro che deve fare l' elettricità, allorchè si applicano le armature e l' arco sia al nervo ed al muscolo, sia ai soli nervi, passiamo ora a vedere se la stessa strada de' nervi sia tenuta dalla torrente elettrica, quando le armature e l' arco si pongono ai soli muscoli. Nella qual ricerca risponderemo pure ad una nuova e forte obbiezione, che si fa contro il circolo della elettricità pei nervi nel muscolo; mentre a prima vista parer potrebbe che in simil caso dovesse pur esser questo circolo affatto escluso. Non vi spiaccia pertanto ch' io qui vi descriva prima d' ogn' altra cosa l' esperimento. Si prepari la rana nella solita maniera; si applichino indi le note armature alle sole gambe, ossia ai soli muscoli delle medesime, quella cioè di zinco ad una gamba, e quella d' argento all' altra; si porti su di esse armature l' arco: insorgono tosto le contrazioni pronte, e vigorose; e se l' animale sia ben vegeto, e preparato di recente, non sono esse molto dissimili da quelle, che si hanno adattando le armature e l' arco o ai soli nervi sciatici, o a questi ed alle gambe insieme.

Qual parte qui, si chiede dagli oppositori di detto circolo, vi possono avere i nervi sciatici, che punto non si cimentano, e che sembrano totalmente fuori del circolo che compier deve l' elettricità? la quale partendosi dall' una gamba, diranno essi, non ha certamente bisogno, per ritornare alla medesima, di toccare simili nervi, ma portata dall' arco all' altra, da questa passa a quella pel luogo della natural unione e connessione delle coscie, e così nel restituirvisi si compie il circolo. E qui cresce ancora la forza di questa difficoltà per un nuovo e facile sperimento, che può ciascuno aggiungere

al primo, tagliando, cioè, affatto i suddetti nervi sciatici all' ingresso loro ne' muscoli della coscia, indi rinnovando l' applicazione dell' arco alla stessa maniera di prima; poichè non vedrassi dalla mancanza di questi nervi nascere differenza alcuna negli eccitati movimenti, i quali anche in questo caso compariranno egualmente.

L' esperimento non può essere più decisivo, nè la conseguenza più giusta. Di fatto le insorte contrazioni, o sieno interi i nervi sciatici, o sieno recisi, non dipendono da essi, o sia dai tronchi de' nervi che sono fuori della coscia, ma bensì dai nervi rinchiusi nella medesima; il che ove mi venga fatto di dimostrare, e di porre sott' occhio il circolo che per mezzo di questi l' elettricità descrive ne' muscoli, io avrò soddisfatto a quanto m' era proposto, e insieme tolta di mezzo l' accennata non lieve difficoltà.

Per accertarmi pertanto in primo luogo se realmente si potessero ripetere le indicate contrazioni dai nervi che si diramano per entro la gamba, o vogliam dire dai crurali, avanti d' ogn' altra cosa io mi studiai di ricercare per mezzo di esperimenti, se l' elettricità, che scorre pei nervi coperti dai muscoli, sentisse la forza dell' arco e delle armature a segno di uscire dai medesimi nervi, e di attraversare i muscoli per giugnere alle armature e scorrere per l' arco. A tale effetto in una rana preparata copersi, ed inviluppai con sostanza muscolare i nervi sciatici: anzi a maggior sicurezza e chiarezza dell' esperimento presi due coscie di altra rana, della stessa lunghezza dei nervi da sperimentarsi, le spogliai de' loro integumenti, indi le apersi profondamente, poi nell' apertura di ciascuna posi uno dei predetti nervi, ed entro la coscia lo conficcai e rinchiusi in modo, che tutto restasse da essa coperto, e nella sostanza muscolare profondamente sepolto; adattai indi a queste coscie le armature e l' arco, e ritentai tutti gli esperimenti fatti da prima sui nudi nervi: ottenni moti nell' animale

pressochè alla stessa maniera, che se avessi applicate le armature e l'arco immediatamente ai nervi; anzi l'esperimento ebbe il medesimo successo, quando alla coscia in tal modo preparata adattai i proprii naturali integumenti ben molli ed umidi. Chiaro pertanto da questo fatto apparisce, primieramente, che l'elettricità contenuta nei nervi coperti dai muscoli, e anche dagl' integumenti, sente assai bene la forza dell' arco e delle armature (onde non è a meravigliarsi se nell' animal vivente ottiene il Volta coi soliti artifizi i moti di contrazione), dappoi che in vigore di una tal forza esce dai nervi, e che finalmente attraversa i muscoli e gl' integumenti. Il che posto, perchè non si dovrà egli dire che avvenga lo stesso anche nel caso proposto, in quello cioè in cui si applicano le armature e l' arco alle sole gambe, e si ottengono le usate contrazioni? Il cammino che terrà in questo caso l' elettricità, Voi stesso, per poco che fissiate l' attenzion vostra, potrete facilmente riconoscere: egli è lo stesso che quando s' armano ambidue i nervi preparati, ed a quelli s' adatta l' arco. Consideriamolo ora in ciascuna gamba particolarmente, per maggior chiarezza, ed incominciamo dalla gamba M, *Tav. VIII. fig.* 8. Partirà la torrente elettrica dal tronco del nervo crurale della stessa gamba nel punto *n*, ed ascenderà per lo stesso tronco sino a fronte dell' armatura; di lì uscita, entrerà nell' arco, e per quello si porterà all' armatura della coscia G; indi per l' unione delle coscie farà ritorno alla stessa gamba M, ossia ai suoi muscoli: in somma ella terrà il cammino descritto dalla serie delle lineette, cioè, *n o r s u*. Infatti se io separerò totalmente la medesima gamba M dalla sua corrispondente G, ed in vece di questa adatterò a quella un corpo umido qualunque, come un brano di pelle, di mnscolo, di carta, o di pezza ben umida, ed a questa apporrò l'armatura e l'arco, come faceva nella gamba G, insorgeranno le contrazioni nella gamba M come prima, cioè come quando era a lei unita la gamba G. Non

v' ha dubbio che un cammino, simile all' indicato nella gamba M, si terrà pure dalla elettricità nella gamba G, ma in senso contrario, il quale viene indicato dalla serie dei punti *a b c d e*. Che se qualcuno volesse che un tal corso sì nell' una, che nell' altra gamba si facesse d'altra maniera, e con altra direzione, cioè passando l'elettricità per l'unione delle coscie prima di trasferirsi all'arco, io non potrò forse dimostrare un tal cammino assolutamente impossibile; ma dirò bene sembrarmi assai più verisimile quello da me proposto, per le ragioni di sopra addotte, relativamente alla preparazione espressa nella *fig.* 7.

Sembra pertanto dimostrato pur anche in questo caso, e posto fuor di dubbio, a mio credere, il circolo totalmente simile a quello che si osserva applicando arco ed armature ai soli nervi, quantunque a prima vista non sia sì facile a ravvisarsi. Tuttavolta a conferma di questo non tralasciai di tentare eziandio il seguente esperimento, che parvemi del tutto concludente. In un' altra rana preparata alla stessa maniera tagliai, siccome prima, uno de' nervi sciatici al suo ingresso nella coscia, e, invece di tagliare l' altro nello stesso luogo, lo seguii col coltello entro la coscia e la tibia, e lo separai dalle vicine parti, indi lo recisi, così che la coscia e la tibia rimanessero senza il loro tronco di nervo crurale; adattai indi ed armature, ed arco ad ambe le coscie, come prima, osservando diligentemente i moti di ciascuna gamba, per iscoprir pure, se vi avesse tra loro qualche differenza; infatti m' avvidi che i moti di quella, che conservava il suo nervo, erano molto più pronti e vivaci dei moti dell' altra, che ne era priva, i quali erano appena sensibili, e vidi ancora, continuando l' esperimento, questi ultimi essere irregolari, e cessare affatto molto prima di quelli, e non estendersi a tutti i muscoli, siccome nell' altra coscia; il che mi sembrò dimostrare assai bene il cammino di già proposto della elettricità pel nervo, e l' escita sua dal medesimo.

Ma forse ad alcuno parer potrebbe, che, nella gamba priva del tronco nervoso, le contrazioni, non che apparir languide e di breve durata, dovessero anzi mancare totalmente, attesa la strada della elettricità che io ho indicata. Una tale difficoltà avrebbe gran peso e potrebbe aver forza di dimostrazione, se, levato per mezzo del taglio il tronco nervoso che scorre per entro la coscia, venissero similmente tolti e levati i rami che partono dal medesimo e vanno ai muscoli di essa coscia; ma siccome questi rimangono tuttavia, così qual meraviglia che seguano pure a comparire alcuni moti ne' muscoli? Se l' elettricità cammina pel tronco, perchè non deve ella scorrere ancora pei rami? Che se da quello vien tratta fuori per la forza dell' arco e delle armature, perchè non succederà lo stesso de' rami? Debbono dunque anche in questo caso aversi alcuni moti, ma questi meno pronti e vivaci, perchè non la intera torrente della elettricità sorte da essi, ma n' escono alcuni rivoli solamente; e non debbono aversi in tutt' i muscoli, e regolarmente, perchè troppo difficile cosa sembra, per la varia situazione e distanza di queste fila nervose dalle armature, che tutte egualmente ne debbano risentir la forza. Ed a maggior conferma e schiarimento della cosa, si lascino i nervi sciatici naturalmente uniti alla spinal midolla, ma sieno le gambe divise come nella *Fig.* 7, poi si adattino le armature come prima ai muscoli delle stesse gambe: insorgeranno allora le contrazioni di gran lunga più pronte e più vivaci, che quando mancavano gli stessi nervi, come nella *Fig.* 8, e ciò perchè in tal caso può scorrere la elettricità di ciascuna gamba liberamente pel suo tronco nervoso, e da esso sortire, per tenere il cammino di già indicato in tale preparazione. Queste ragioni a me sembrano tali, che tolgano ogni valore alla preposta difficoltà. L' esperimento adunque recato da prima conserva tutta la sua forza di dimostrazione, massimamente se si rifletta ad un fenomeno, che trovo costante

in questi esperimenti: ed è, che se si applicheranno le stesse armature e lo stesso arco in varii luoghi del muscolo, si vedranno chiaramente le contrazioni differenti di forza, di prontezza, e di estensione, giusta la diversità de' luoghi; ed esaminando diligentemente le parti di muscolo le quali si tentano, si vedrà che le maggiori e più vigorose contrazioni nascono appunto dove le diramazioni nervose o sono maggiori, o più scoperte, o più vicine alle armature, e le minori dove sono al contrario. Siccome dunque, giusta ciò che abbiamo qui sopra osservato, l' arco e le armature traggono fuori dai tronchi nervosi, benchè coperti di sostanza muscolare, l' elettricità, e la conducono in giro, così la traggon parimente dai rami e dai minimi filamenti, e l' inducono a fare il suo natural circolo. Colla scorta di queste riflessioni e di questi sperimenti, spero che Voi vedrete spiegato il fenomeno, e stabilita vie più e resa universale la legge dell' indicato circolo.

Ma raccogliamo finalmente da tutti questi fatti ciò che sembra potersi dedurre come vera e legittima conseguenza. Se dunque l' elettricità che scorre pei nervi sente la forza delle armature e dell' arco anche da lontano, benchè v' abbiano varie parti frapposte, perchè non si potrà credere che que' lampi, che si fan vedere bellissimi allo sperimentatore allorchè applica l' arco e le armature ai proprii occhi, siccome scoperse l' ingegnosissimo Volta, non nascano essi dall' elettricità dei nervi dell' occhio, fuori tratta e posta in giro dalla forza di esso arco e delle armature? Perchè similmente alla elettricità de' nervi o della lingua, o delle altre parti che si pongono in comunicazione colla medesima per mezzo dell' arco, non potrannosi attribuire con molta verisimiglianza e probabilità le varie sensazioni di sapore, che prova l' esperimentatore armando con varii metalli o la sola sua lingua, o questa ed altre parti, ed applicandovi l' arco? (V. pag. 209, e 235 a 237).

Ma passiamo più oltre colle nostre considerazioni. Se

dunque il circolo della elettricità è lo stesso o si adoprino per arco e per armature i metalli, o le mere sostanze animali, ove abbiasi l' interposizione dell' arco artifiziale, o si usi del solo arco naturale, ponendo cioè a contatto il tronco del nervo coi corrispondenti muscoli; se parimente egli è lo stesso allorchè, invece di far sortire, per mezzo dell' arco artifiziale e delle armature, l' elettricità dall' animale preparato, si tragga fuori dall' animale vivente ed in istato naturale, come fece il signor Volta; se è lo stesso finalmente o la medesima elettricità si determini ad escire dal nervo e dalla spinal midolla, oppure dalla midollare sostanza del cervello, ossia dal principio de' nervi, s' egli è, dissi, lo stesso in tutti questi casi, come apertamente dimostrano le contrazioni che in tutti egualmente si eccitano pronte e vigorose, sembra fuor d' ogni dubbio, che il circolo vero e naturale dell' elettricità animale, e quello da cui traggono infine origine tutti i moti muscolari, sì liberi e dipendenti dalla volontà, che forzati e morbosi, sia affatto simile a questo che viene palesemente indicato da tanti sperimenti, i quali colla uniformità e costanza loro provano ad evidenza, essere desso circolo il solo che si tiene e si vuole dalla natura.

Nota dell' Autore a maggior chiarezza ed intelligenza delle Figure, Tav. VII. e VIII.

Si dimostra in tutte le figure l' elettrica torrente nella sua origine entro il nervo sotto l' aspetto di un sol ramo, nella fine poi, ossia nel suo ritorno ne' muscoli, divisa in varie diramazioni, e ciò perchè si distingua in primo luogo più comodamente la detta origine dal termine, poi perchè sembra dover essere tale realmente la torrente nelle indicate parti. E in quanto al nervo, quantunque debba ella al suo partire dai muscoli essere veramente divisa in tanti rami, quanti sono i nervi che ai medesimi muscoli appartengono, pure siccome tai rami o tutti, o la maggior parte vanno poi a terminare e ad unirsi in un solo, o sia nel tronco comune, così pure è necessario che

faccia lo stesso eziandio la torrente, onde quand' entra nell' anzidetto tronco, e scorre per esso, come rappresentano le figure, una sola ella esser deve. Parimente, siccome al suo ritorno nella coscia ella deve alla fine distribuirsi a tanti muscoli, quanti sono quelli da quali è partita, è chiaro che, essendo questi molti, molte similmente saranno le diramazioni nelle quali verrà costretta a dividersi.

In tutte finalmente le prime sette figure si mostra un sol tronco del nervo sciatico, quantunque siano tre quelli che concorrono a formarlo, e ciò per evitare la moltiplicità della torrente, difficile ad esprimersi nelle dette figure senza confusione ed oscurità. A tale oggetto parimente si è scelto e delineato quello che appartiene singolarmente ai muscoli della coscia, perchè nella maggior ampiezza di questa parte meglio campeggia la torrente elettrica, e la sua direzione e distribuzione. Nell' ottava figura finalmente si è fatta la ferita nella coscia al luogo corrispondente al nervo che si distribuisce alla gamba, e questo, non solo per la più facile intelligenza della cosa, ma eziandio per la maggiore accuratezza e verità della medesima, dacchè il tronco nervoso, che è sepolto nei muscoli della coscia, quello si è appunto che si dirama poi in essa gamba ec..

MEMORIA QUARTA.

Alcune congetture, ed alcuni esperimenti circa l' azione delle armature eterogenee e degli archi metallici sulla elettricità animale, che produce le muscolari contrazioni.

Siccome io mi lusingo di aver provato nelle precedenti Memorie, che l' eterogeneità de' metalli, o di altri corpi applicati all' animale non serve nè a sbilanciare in esso la naturale elettricità, nè a porla in giro per tale sbilancio, nè a far sì che l' elettricità contenuta in diverso stato nelle due armature eterogenee, scorrendo dall' una all' altra, stimoli nel suo passaggio il nervo, ed ecciti la contrazione del muscolo; par che rimanga a cercarsi qual esser possa l' azione di essa eterogeneità su la torrente elettrica animale (il cui cammino abbiamo nell' antecedente Memoria dimostrato e posto sott' occhio), onde ne nascano per mezzo di essa medesima tanto più gagliarde le contrazioni. Or questo è ciò che prendo a fare nella presente Memoria. La cosa veramente resta difficile a determinarsi; tuttavolta, riflettendo attentamente agli esposti fenomeni, e ad alcuni altri che in appresso narrerò, non credo essere senza fondamento l' ipotesi che sono per proporre.

Egli è adunque in primo luogo a considerarsi, che non tutta l' armatura eterogenea serve all' accrescimento delle contrazioni, ma solo quel picciol punto che corrisponde al luogo del contatto dell' arco: infatti le contrazioni si ottengono poco o nulla differenti, sia l' armatura ampia un pollice, sia di una sola linea. Inoltre, se si adoperino due armature omogenee,

basta inumidire l' nna delle due armature in quel piccolissimo spazio in cui si vuole applicare l' estremità dell' arco, o pure inumidire la stessa estremità dell' arco con qualche fluido deferente, o col fiatarvi semplicemente sopra, che tosto per un così piccolo spazio di eterogeneità, niente maggiore, conformemente a quanto si è annunziato, o di una linea, o di una decima, o duodecima parte della medesima, vedrannosi insorgere le contrazioni, che prima mancavano. Finalmente, senza alcuna armatura, solo che le estremità dell' arco, sebbene di menomissimo diametro, siano eterogenee, nascono le contrazioni assai pronte e vivaci. Se dunque tutta la forza dell' armatura eterogenea è ristretta ad un sì piccolo spazio, ed a quello che corrisponde alla estremità dell' arco, se la sola eterogeneità dell' estremo arco, ridotta, come si è mostrato, ánche ad un mero punto, sono bastevoli per accrescere la forza delle contrazioni, sembra assai verisimile, che, generalmente parlando, la forza della detta eterogeneità si eserciti solamente sopra la torrente elettrica, che, condensata, deve passare per le estremità dell' arco: il che tanto più rendesi probabile, quanto che si accresce notabilmente la forza delle contrazioni, non solo allora quando l' eterogeneità dell' umido aggiunto è posta alle estremità dell' arco che vengono a contatto colle armature, ma eziandio allorquando, essendo l' arco diviso in due pezzi, l' umidità si aggiunga soltanto nei punti che riuniscon l' arco; quantunque però in questo caso l' accrescimento soglia essere minore. Infatti se, adoperando io un intero arco di stagno, e applicandolo o alle due armature omogenee, o all' animale immediatamente, non ottengo contrazione alcuna, dividendo il detto arco, e inumidendo appena le due estremità divise, col frapporvi un pezzetto di pelle di rana, o di tela ben umida, ottengo ben tosto, all' applicazione dello stesso arco, le contrazioni. Or posto questo esperimento, siccome l' accrescimento di forza non succede che nel

62

tratto dell' arco, e in esso tratto non scorre che la torrente elettrica, sembra certamente assai chiaro che il potere dell' eterogeneità si eserciti o tutto, o per la maggior parte sulla medesima torrente, siccome fu proposto ancora nel Libro anonimo (V. Cap. XII°., segnatamente da pag. 258 a 261).

Ora è da vedere quale sia questa azione dell' eterogeneità sulla torrente elettrica, o vogliam dire in qual maniera ne avvalori sì grandemente la forza e l'impeto. Giusta le fisiche leggi, essa non può ciò fare se non se accrescendo o la velocità, o la copia di quell' elettricità che forma la detta torrente. Però ricercando le cagioni per le quali possa essa produrre tali effetti, e rimontando col pensiere dal primo all' ultimo degli esperimenti tentati, e alle varie combinazioni e posizioni degli eterogenei metalli adoperati, sembra che tali cagioni si possano comodamente ridurre alle seguenti. Primieramente al passaggio da un metallo meno conducente dell' elettricità animale ad un altro più conducente; secondariamente al passaggio da un metallo più conducente ad uno meno; in terzo luogo finalmente al contatto tra gli stessi metalli eterogenei.

Ed in quanto alla differente forza conduttrice de' metalli, relativamente all' elettricità animale, non è essa nuova, nè a bella posta immaginata per la spiegazione di questi fenomeni, ma viene avvertita anche dal signor Bajon, ove parla dell' Anguilla tremante (a), prima che noti fossero questi sperimenti. Imperocchè avvisa egli, che la scossa, la quale dà questo animale toccato o colla nuda mano, o con varii corpi deferenti, e segnatamente coi metalli, è più sensibile e forte se si adoperi nell' esperimento il ferro, che lo stagno, più se lo

(a) La Memoria di questo autore sull' Anguilla tremante uscì primieramente nel fascicolo di Gennaio 1774 del Giornale di M.r Rozier — *Introd. aux Observ. sur la Phys.* etc. — (Tom. 3.° pag. 47): si può consultarla voltata in italiano nel Giornale di Milano — *Scelta d' Opusc. interessanti ec.* — Vol. 5.° Anno 1775.

stagno, che il piombo; inoltre che, usando l' argento, in alcuni casi l' intorpidimento indotto nel braccio, con cui cimentava l' animale, gli sembrava più lungo e grave, che usando il ferro; di più che, per mezzo dello stesso argento, da altri simili animali ha ricevuti colpi maggiori, che per mezzo del ferro; finalmente che lo scuotimento ricevuto nel tenere l' oro in mano è stato eguale a quello, che gli facevano nascere il rame e l' argento.

Premessa la cognizione e la certezza di questa proprietà scoperta ne' metalli, di condurre alcuni più felicemente l' elettricità animale, ed altri meno, ma non però colla medesima esatta legge che da essi tiensi nella elettricità comune, passiamo ora alla spiegazione della maniera con cui verisimilmente operano le tre proposte cagioni. Ed incominciando dalla prima, cioè dal passaggio da un metallo meno conducente della elettricità animale, ad un altro che lo sia più, è chiaro che in questo caso la maggior forza conduttrice di quest' ultimo, che pare possa ridursi alla forza attraente, non può non accelerare il moto della torrente, e non aumentarne in conseguenza la velocità. Per ciò poi che spetta al passaggio da un metallo più conducente ad uno meno, l' elettricità non può in questa supposizione non soffrire qualche ritardo di corso nel passare dal primo metallo al secondo, e quindi non cumularsi alcun poco nel primo, onde ne nascerà accrescimento di copia, e finalmente anche di impeto. Dalle quali cagioni di acceleramento, e di cumulo è facile il rilevare, che tanto maggiori saranno le contrazioni, quanto maggiori saranno le differenze di facoltà conduttrice che vi avranno tra l' un metallo e l' altro, e che mancheranno totalmente le stesse contrazioni, per parte de' metalli, ove niuna differenza vi abbia tra i medesimi: come appunto ordinariamente si osserva in questi esperimenti, ne' quali le contrazioni muscolari sogliono svegliarsi tanto più gagliarde, quanto è maggiore la predetta differenza, e spesso non comparire, quando i metalli sono omogenei.

Ma venendo finalmente alla considerazione dell' ultima delle accennate cagioni, cioè al contatto tra gli stessi metalli eterogenei, questo contatto benchè minimo non solo determina l' afflusso della elettricità animale al luogo in cui esso si fa, ma rende, a mio giudizio, il passaggio suo da un corpo all' altro più marcato, e dirò così più sensibile, ove la costringa a saltare dall' uno all' altro. Quindi è, che, servendomi d' un solo e semplice arco, benchè composto di varii pezzi eterogenei, e della eterogeneità più efficace, come se venga egli formato d' alcuni pezzi di filo d' argento, e d' altri di filo di stagno, e di piombo, saldati, come dicono, e uniti insieme per la fusione del metallo, pure se quest' arco abbia le estremità omogenee egli è egualmente inoperante per eccitare le contrazioni, come se fosse tutto omogeneo e fatto d' un solo pezzo dello stesso metallo. Tale incapacità della eterogeneità nasce a mio credere, in questo caso, dal passaggio reso troppo facile e quasi insensibile alla torrente elettrica da l' un metallo all' altro, per mancanza della interruzione e divisione di un pezzo di metallo dall' altro, la quale si dà, ove i detti metalli, divisi in pezzi, si pongano a bella posta tra di loro a contatto.

Or esaminando perchè la interruzione avvalori tanto la forza della elettricità, a me sembra che ciò possa attribuirsi alla resistenza che le oppone quel minimo strato di aria, benchè affatto insensibile, che verisimilmente rimane, in causa della interruzione, tra un metallo e l' altro; resistenza la quale, benchè piccolissima, pure non può non farsi sentire alla torrente elettrica animale, la quale non potendo per natura sua, come ne fanno chiara prova tutti gli sperimenti fin qui tentati, vincere qualsivoglia anche menomo spazio sensibile fra un corpo e l' altro, è assai verisimile che debba incontrar difficoltà a superare anche lo spazio insensibile che rimane tra i contatti de' corpi. Perciò ove non sia l' elettricità o di sommo

vigore per se, o non venga aiutata dall' invito dei metalli, sembra che neppur possa superare il detto ostacolo; e quando pure, per le anzidette ragioni, giunga a vincerlo, è chiaro che si accrescerà in essa lo sforzo e l' impeto. La resistenza pertanto vincibile, o non vincibile di questo strato, i suoi diversi gradi, sono a mio giudizio le strade che conducono ad una comoda e facile spiegazione o di tutti, o dei principali fenomeni che in questo genere di esperienze si osservano.

E in primo luogo con molta facilità s' intende come, essendo essa resistenza vincibile dalla sola natural forza dell' elettricità dell' animale, allorchè questo prima dell' uccisione è ben forte e robusto, ai primi contatti dell' arco, anche adoperando armature omogenee, si abbiano le contrazioni, le quali poi mancano in appresso, ed abbisognano dell' aiuto dell' eterogeneità per essere eccitate; poichè languendo la natural forza dell' elettricità del preparato animale, questa non è più bastevole a superare la stessa resistenza. In oltre, per simile ragione si comprende assai bene come la levigatezza dei metalli supplisca tante volte all' eterogeneità loro, togliendo essa anche al minimo spazio della superficie, ove deve passare la torrente elettrica, quei vani, i quali, benchè menomi nei poco ben levigati metalli, pure dando ricetto ad uno strato d' aria maggiore di quello che possa essere attraversato dalla sola natural forza o di tutta, o della parte maggiore della torrente elettrica, ne interrompevano la necessaria libertà del corso. Al medesimo principio, di rendersi cioè menomo e vincibile lo strato d' aria, che prima non lo era, quantunque affatto insensibile, riducesi parimente la spiegazione del rinnovarsi le contrazioni ad ogni menomo moto, e ad ogni menoma pressione delle listarelle metalliche eterogenee, come di ottonella e di stagno, applicate a modo d' arco all' animale, e l' una collocata sopra dell' altra: poichè queste, quantunque ai sensi sembrino tra di loro a perfetto contatto, pure per la

leggerezza loro nol sono, e lasciano fra se medesime nno strato d' aria, che, benchè sopra ogni credere menomo, pure non può essere superato dalla forza della torrente elettrica, sebbene aiutata dall' eterogeneità; e quindi d' uopo è di qualche compressione, acciò un tale strato si diminuisca, e rendasi di quell' estrema sottigl'ezza e picciolezza onde possa essere superato. Infatti, a convincersene pienamente, basta fare il seguente esperimento. Le anzidette due listarelle, eterogenee nelle estremità con cui debbono venire a contatto, si taglino in più luoghi longitudinalmente, in modo che vengano ad essere dentate; sieno non pochi di numero tali denti, e ben disgiunti e divisi gli uni dagli altri; si applichino le estremità intere di dette listarelle, nella consueta maniera, all' animale preparato e posto sopra un piano di cera; le estremità poi dentate si adattino l' una sopra dell' altra in modo, che un dente dell' una corrisponda a quello dell' altra, e vi poggi sopra. Allora non solo si avranno, come è chiaro, al primo loro combaciarsi insieme, le usate contrazioni, ma queste, a qualunque menoma pressione fatta sopra a qualsivoglia di essi denti, si rinnoveranno. Che se poi uno di questi si fermi e si unisca al suo corrispondente, mediante un poco d' umidità ed una non lieve pressione fatta contro il piano di cera, in modo che vengano a restare ambi immobili e come incollati insieme, riesce inutile ogni pressione fatta sopra qualunque degli altri: e donde ciò? se non dal perfetto adattamento fatto nei due esposti denti, per lo quale si è reso il minimo strato d' aria fra loro esistente sottile in modo, che, vinta dalla torrente elettrica ogni di lui resistenza, può essa costantemente e liberamente attraversarlo? Ond' è che si fa sì perenne e sì felice il di lei corso per gli stessi due denti, che in vano si richiama dagli altri per nuove pressioni su di essi fatte, e quindi, tolta ogni occasione alla medesima di nuovo sforzo per vincere le resistenze, ella scorre placidamente e come in silenzio, senza eccitare alcuna contrazione e dare di se il minimo indizio.

La fin qui proposta teoria trasferita dall'arco artifiziale, al naturale, ossia al nervo, come è proposto nel Libro anonimo più volte accennato (pag. 264 e seg.), potrebbe con ragione indurre a congetturare, che la pressione fatta al nervo eccitasse i moti e le convulsioni nei corrispondenti muscoli, non precisamente perchè moltiplicasse i contatti delle conduttrici parti membranose del nervo, come dall' autor di quello si sospetta (pag. 264, 265), ma perchè avvicinandole tra di loro rendesse più sottile quel minimo strato di sostanza oleosa, o di qualunque altra natura coibente, ad esse frapposto, e in conseguenza lo rendesse tale, da poter esser vinto e superato dalla forza della torrente elettrica, che prima in istato naturale nol poteva superare.

Ma torniamo alla spiegazione dei fenomeni che si osservano mediante l'uso dell' arco artifiziale metallico, e delle metalliche armature, servendoci di questa stessa teoria. Chiaramente in primo luogo apparisce, se mal non m' appongo, come se s' adoperino le armature omogenee, ed a queste si adatti l' arco, manchino più facilmente le contrazioni, che se il solo arco omogeneo si applichi immediatamente alle nude parti dell' animale preparato: poichè in quest' ultimo caso niuno strato d' aria benchè minimo resta frapposto ai punti del contatto, ove questo sia fatto esattamente, riempiendo allora le parti umide dell' animale ogni minimo vano dell' arco; non così nell' altro caso, in cui si adoperano le armature, mentre rimangono allora i vani tanto nell' estremità dell' arco, quanto nella superficie dell' armatura. Ed infatti, ove questi vengano tolti e riempiti d' acqua, in vece che d' aria, in ambi i luoghi del contatto dell' arco colle armature, od anche in un sol luogo, quantunque siano le armature omogenee insorgono costantemente e pronti i moti di contrazione: il che avviene allorquando si inumidiscano alcun poco o sia l' una, o sia l' altra, o ambe le estremità dell' arco, come già abbiamo riferito di sopra.

Quindi non è difficile a rilevarsi, a mio giudizio, come l'umidità benchè menoma, al luogo del contatto dell' arco colle armature omogenee, faccia costantemente le veci della eterogeneità delle medesime; ella, frapponendosi tra le superficie delle estremità dell' arco e quelle delle armature, ne caccia via gli strati d' aria intermedia, subentrandovi essa, e riempiendo altresì, come abbiam detto, que' menomi vani che sono nella superficie de' metalli benchè levigati, e molto più se rozzi. Per un tal cangiamento di cose, chi non vede sostituirsi ad uno strato di materia eterogenea, quale era lo strato d' aria interposto, e la cui resistenza rimaneva invincibile dalle sole forze dell' elettricità naturale, benchè aiutata dalla forza del metallo, sostituirsi, dissi, uno strato di materia eterogenea bensì, ma tale però, che, potendo essere superata dalle predette forze, ne accresce, come innanzi s' è dimostrato, il valore e l' energia? Qual meraviglia pertanto che mediante l' interposizione di simile sostanza si eccitino quelle contrazioni, che prima mancavano?

Di un altro particolare fenomeno, dipendentemente dai stabiliti principii, sembra potersi rendere una assai probabile ragione. Onde avvenga cioè, che, se in vece di servirsi di due armature omogenee, una sola armatura si adoperi, ed un'estremità dell' arco, anche omogeneo coll' armatura, a questa si applichi, l'altra estremità alla nuda parte dell' animale, insorgano in questo caso le contrazioni, laddove, adoperate le due armature omogenee, e lo stesso arco, punto, come più volte si è detto, esse non compariscono? Una sì grande differenza d' esito d' esperimento sembra nascere non solo dalla diversità delle armature (potendosi lo strato d' umidità della parte animale, che si tocca con l'arco, supporre come una specie d' armatura, ben differente perciò dall' altra che è metallica), ma ancora dal doversi, ove si usino le armature omogenee, vincere dalla sola natural forza dell' elettricità i due strati di

aria interposti fra la superficie dell' arco e quella delle armature, mentre un solo strato si ha da vincere nel caso che una sola armatura si adoperi, atteso che l' estremità che tocca immediatamente l' animale, immergendosi nella umidità, pare che debba escludere qualunque frapposto strato d' aria. E quantunque abbia la torrente elettrica da superare due simili strati anche quando si adoprano due armature eterogenee, è facile il ravvisare allora l' aiuto che le porge l' eterogeneità stessa de' metalli, il quale le manca allorchè sono omogenee. In somma, tutti i fenomeni sembrano comprovare, che la presenza, o mancanza, e tutta la varietà delle contrazioni, che cogli adoperati artifizi si eccitano, dipenda dall' essere superabile o no la resistenza del mezzo frapposto all' arco ed alla armatura. Ai diversi gradi poi di questa resistenza sono proporzionati i diversi sforzi che usa l' elettricità per vincerla, ed a questi diversi sforzi corrispondono le diverse contrazioni.

Un altro fenomeno assai curioso riceve esso pure una non difficile spiegazione da questi stessi principii. Il fenomeno è il seguente. In vece di una semplice umidità, si versi sopra la superficie d' una delle armature, anche omogenee, una goccia d' acqua, che sia alquanto rilevata; si applichi ad essa goccia destramente e delicatamente l' una estremità dell' arco, avendo prima appoggiata l' altra estremità su la superficie della seconda armatura: vedremo, al momento del contatto colla detta goccia, ossia al momento del compiersi l' arco, muoversi l' animale preparato, e ciò per la nota legge dell' arco. Si profondi allora destramente e s' immerga vie più l' estremità dell' arco entro la goccia: niun moto si eccita, finchè il contatto rimane con l' acqua, come prima; ma se s' immerga tanto l' arco, che finalmente venga a toccare il metallo, ossia la superficie dell' armatura, ecco immediatamente, sul punto di tale toccamento, insorgere di nuovo i primieri moti, e d' ordinario ancora più gagliardi. Che se, ottenute tali contrazioni,

si comprima l'arco fortemente contro l'armatura, in modo che, allontanate le particelle d'acqua, vengano le due superficie dell'arco e dell'armatura ad un immediato, o almeno più perfetto contatto, e poscia destramente si alzi appena l'estremità dell'arco, cosicchè un nuovo piccolissimo strato d'acqua fra esse superficie si frapponga, veggonsi non poche volte rinnovarsi le contrazioni, nell'atto della intrusione dell'accennato strato: il che sembra nascere dalla forza del contatto de' metalli, non impedita, anzi accresciuta dal minimo strato di acqua frapposto fra l'arco e l'armatura, il quale minimo strato, siccome rimane fra le due superficie nel primo e leggiero contatto dell'arco colle armature, così vien tolto dalla compressione anzidetta, e vi ritorna al momento dello scostarsi dell'una superficie dall'altra; ciò fa che tanto nel primo, quanto nell'ultimo caso si eccitano le artificiali convulsioni (pag. 181 ec.).

Lo stesso avviene, e per la stessa ragione, se, collocati i nervi dell'animale in un vaso pieno di acqua, e le gambe in un altro, si ponga al fondo d'uno dei vasi un qualche pezzo di metallo, anche omogeneo coll'arco che vuolsi impiegare: all'applicazione di questo alle due superficie dell'acqua contenuta nei vasi, si hanno le contrazioni, benchè più difficilmente che quando si tratti della goccia d'acqua; tornano poi le medesime ad eccitarsi, ogni qualvolta l'estremità dell'arco immersa nell'acqua venga a contatto con quel metallo, e si rinnovano allorchè, come si è detto qui sopra, si allontani un momento l'arco dal metallo istesso.

Quanto ho detto circa l'eterogeneità dei metalli, ognun vede che può applicarsi assai comodamente all'eterogeneità d'altri corpi, che servano da armature. Così parimente è chiaro, che la forza dello strato d'acqua, o d'umidità deve esser la stessa, quand'anche i corpi che si adoprano per arco, o per armatura non siano metallici. Quindi non difficilmente rilevasi, come, trattandosi di tali corpi, e massime se sieno molli,

per eccitare le contrazioni ordinariamente non basti il semplice e leggiero contatto tra di loro, ma vi si richieda inoltre la caduta, o sia la percossa dell' uno sovra dell' altro; e ciò, non solo perchè un tal impulso invita in maggior copia l' elettricità, ma sì ben ancora perchè, facendo esso venire le superficie dei detti corpi ad un più perfetto e più intimo contatto tra di loro, rende più tenue e più sottile, ed in conseguenza più facilmente superabile dalle sole forze naturali della elettrica torrente, lo strato dell' umidità che rimane frapposto alle medesime superficie nel luogo di esso contatto. Perciò nasce, se non erro, che, formando l' arco di sostanze animali, come di muscoli, di nervi, di pelle, ovvero di carta, o di legno inumidito, fa di mestieri per ottenere i moti muscolari, che il medesimo arco sia diviso in due pezzi, e che l' uno d' essi si faccia cadere sovra l' altro; altrimenti se un tal arco sia intero, e venga applicato all' animale nella maniera consueta degli archi metallici, rimane esso totalmente inutile ed inefficace. Un caso però vi ha in cui il leggierissimo contatto dell' arco formato dal solo nervo è bastevole per eccitare i movimenti muscolari, anche i più forti. Ed egli si è allorchè il nervo sciatico dell' animale preparato, com' è proposto nel Libro anonimo (pag. 211-212), si conduce blandissimamente a contatto della sua corrispondente coscia. Ma chi non vede che allora si tratta del solo arco naturale, e di un brevissimo, e speditissimo, ed immediato tragitto della torrente elettrica, quale si è quello dal nervo al muscolo? Per compiere tale brevissimo cammino, basta la sola natural forza dello sbilancio dell' animale elettricità; tanto più che, non essendovi alcun' altra materia frapposta che serva d' arco, essa elettricità sente maggiormente e più immediatamente la forza di detto sbilancio, e il nervo essendo applicato al muscolo, è determinato al luogo immediato in cui risiede detta forza. Infatti se si ponga un pezzo di muscolo staccato, od

un altro corpo umido al luogo della coscia col quale prima si portava a contatto il nervo, e questo si conduca ad un leggerissimo contatto con un tal pezzo di muscolo, o niun moto, o d' ordinario assai languido si ottiene; ma ben si ha vivace e forte se si faccia cadere il nervo sul medesimo, perchè allora l' urto con cui cade pare che non solo inviti con maggior forza l' elettricità, ma che venga ad assottigliare lo strato frapposto dell' umidità, e ad agevolare ed accrescere il corso della torrente elettrica.

Ammessa questa legge, ed applicando all' arco naturale, o sia al nervo come sta nell' animal vivente, le cose fin qui dette, elleno potrebbero condurci allo scuoprimento, o almeno ad una qualche spiegazione di alcune delle morbose cagioni, oltre le congetturate nel Libro anonimo (pag. 266 e seg.), atte a produrre le convulsioni ne' muscoli sottoposti all' impero dell' animo.

E per dir pure alcuna cosa sopra un oggetto così interessante, io mi farò a considerare in primo luogo le mutazioni che accader possono nei varii strati di materia coibente, che, come si è ammesso nel Libro anonimo (pag. 240 e seg.), son frapposti alle solide parti deferenti del nervo; poichè da tali mutazioni singolarmente, giusta le congetture poc' anzi espresse, sembra che trar dovessero origine le convulsioni. Esaminando pertanto la cosa attentamente, e combinandola coi predetti principii, si potrebbero ridurre queste mutazioni a due singolarmente; l' una cioè ad un assottigliamento preternaturale di quegli strati, l' altra ad un vizioso cangiamento di sostanza, o di materia dei medesimi, per cui di coibente che ella è, passi a farsi in molta parte deferente. Sia l' una, sia l' altra, è facile l' intendere come l' elettrica torrente potrà trovare allora attraverso dei detti strati quel passaggio da una particella solida deferente del nervo all' altra, che prima le era negato; passaggio però che non potrà mai fare senza qualche

sforzo, atteso l'indole naturalmente coibente degli strati stessi in istato naturale. Un tale sforzo, secondo le esposte dottrine, quello appunto sarà, che indurrà la maggior forza e violenza delle contrazioni, o vogliam dire le convulsioni. Supposta la verità di questa teoria, a quattro si ridurrebbero singolarmente le alterazioni, che indur potrebbero nei nervi le interne morbose cagioni per isvegliare le convulsioni; tre cioè appartenenti al solido, una appartenente al fluido. Le prime esser potrebbono uno stivamento, o rigidezza, un soverchio rilassamento, una soverchia distrazione; la quarta ed ultima poi esser potrebbe una viziosa crasi, o natura di quello stesso fluido coibente, che forma gli accennati strati.

Or dunque avvicinandosi, per la prima alterazione, più del naturale le deferenti solide parti del nervo, verrebbesi ad assottigliare lo strato coibente di già supposto. Per mezzo poi delle altre due alterazioni, allontanandosi soverchiamente le predette parti solide, si darebbe adito così all' insinuarsi di nuove parti fluide, verisimilmente deferenti, le quali renderebbero lo stesso strato più, o meno deferente, secondo la copia e la qualità della materia intrusa. Così per esempio frapponendosi tra le parti solide conduttrici del nervo qualche materia sierosa saliua, o di altra simile natura, in vece dell' oleosa che si suppone naturalmente risedere fra esse, potrebbero, al momento di tale interposizione, eccitarsi le convulsioni, siccome veggiamo avvenire colla semplice immersione del nervo nella soluzione di sal marino, giusta ciò che è riferito nel Libro anonimo (pag. 210 - 211). Tali convulsioni non potrebbero esse di nuovo eccitarsi, ove, escita che fosse dal nervo la detta materia, le parti conduttrici del nervo venissero tra loro a contatto, e rinnovarsi ancora essendo spinta nuovamente fra queste parti altra materia di simil natura, e di nuovo comparire espulsa la materia medesima? Forsechè la forza della circolazione degli umori atta non sarebbe alle replicate

intrusioni, ed espulsioni di simil materia? Non potrebbe forse di qui ripetersi la continuazione e rinnovazione, pur troppo sì frequente, di tante convulsioni? Non avvi inoltre nelle membrane de' nervi una forza di contrazione, o vogliam dire una contrattilità animale, la quale, benchè piccola e non paragonabile a quella dei muscoli, pure atta esser potrebbe ad indurre le convulsioni, ove venisse posta in azione da qualche interna affezione ed alterazione dei medesimi nervi? Certamente, tagliato in un animal vivo trasversalmente il canal vertebrale, e in conseguenza la spinal midolla entro contenutavi, poco dopo l'operazione si vede la recisa estremità di essa midolla sporgere dal livello del taglio del detto canal vertebrale, qualche volta anche più di una linea, e la molle sostanza della medesima rimanere non poco sopra le membrane sue rilevata e scoperta: donde può nascer ciò, se non se dal contrarsi esse membrane, ossia dall' avvicinarsi tra loro le parti componenti delle medesime? Non potrebbe egli adunque succedere per un tale avvicinamento, nato da morbose cagioni, che o le dette parti membranose venissero tra di loro ad un immediato contatto, o almeno restasse diminuito ed assottigliato l' intermedio strato di oleosa sostanza, in modo, che più non negasse, siccome faceva in istato naturale, il passaggio all' elettrica torrente, ma solo frapponesse al libero cammino della medesima un tale ostacolo, per cui se ne accrescesse lo sforzo, e in conseguenza l' impeto? Noi veggiamo per certo, che, condotta in giro l' elettricità animale dai nostri artifizi, ove la sua forza sia gagliarda, come quando resta avvalorata dai metalli eterogenei, veggiamo, dissi, attraversar essa liberamente un tenue strato oleoso; ciò si osserva, per esempio, se si unga appena l' estremità dell' arco, e questa bene si applichi all' armatura eterogenea, e si spinga con forza contro della medesima; oppur anche se venga collocato un non piccolo strato d' olio sopra della stessa armatura, e sia spinta similmente

contro di essa la detta estremità, in modo che vengano i due metalli ad un immediato contatto tra di loro, o non vi resti frapposto che un sottilissimo, e minimo strato d' olio. Se pertanto si volesse annoverare tra le cagioni delle convulsioni, anche l' accennata, è chiaro che queste cederebbero ogni qualvolta, cessando siffatta viziosa contrazione nervosa, si restituissero al primiero loro sito le solide parti del nervo, e che insorgerebbero di nuovo ogni qualvolta, rinnovandosi la contrazione medesima, tornassero le stesse parti all' esposto preternaturale avvicinamento. Nuovi esami, nuove ricerche nuovi esperimenti tentati su di questa forza di contrazione dei nervi, e su le interne cagioni singolarmente che possono porla in azione, potrebbero forse spargere gran lumi sulle affezioni nervose, e convulsive. È egli forse per la maggior mollezza dei nervi, ed in conseguenza pel più facile allontanamento, ed accostamento delle loro parti solide, che sono tanto più facilmente presi da convulsioni i giovani, che i vecchi, più quelli di debole fibra, che quelli di robusta, più le donne, che gli uomini? Riguardo alla terza cagione esistente nel solido de' nervi, o sia alla loro preternaturale distrazione, è chiaro che, ove questa operasse, produrrebbe effetti simili a quelli di già esposti pel rilassamento, ma di grado e di intensione maggiori; mentre allontanerebbonsi in tale supposizione le parti solide conduttrici del nervo assai più che nel rilassamento, e in conseguenza adito più facile darebbono alla interposizione di più copiosa materia eterogenea, la quale appunto per questa maggior copia accrescerebbe molto più la forza della torrente elettrica. Egli è però da confessare ingenuamente, che questa alterazione dei nervi sembra che più facilmente possa esser prodotta da estrinseche cagioni meccaniche, come da strappamenti, percosse, cadute, ed altre simili, di quello che da cagioni interne: tuttavolta la ricerca e la considerazione anche della terza preaccennata cagione potrebbe riescir vantaggiosa nella pratica medica.

Ma attenendosi anche alle due sole prime cagioni, queste si accorderebbero assai bene, e ci farebbono colla quotidiana medica sperienza vedere molto chiaramente la ragione, per cui tante volte avviene che nelle medesime convulsioni non solo non giovino gli stessi rimedi, ma spesso anzi siano di vantaggio i contrari. E non veggiamo noi infatti nello stesso genere di convulsioni ora portar sollievo grande i tonici e corroboranti, ed ora gli emollienti e rilassanti, ora i blandi sedativi, ora i più arditi ed efficaci stimolanti, ora, per esempio, i bagni freddi, ora i caldi? Non deve egli appunto avvenire questo, ammesse le due accennate cagioni, essendo elleno affatto diametralmente opposte, l' una supponendo nel nervo una soverchia rigidezza, o se è lecito il dirlo, una viziosa contrazione, l' altra una preternaturale mollezza, ossia un rilassamento? Quanto però a ragione tutti i buoni pratici raccomandano il diligente esame e la profonda considerazione di questi due diversi stati de' nervi, nella cura delle convulsioni!

Ma passiamo finalmente alla considerazione della quarta cagione, o sia all' alterazione indotta nella stessa fluida materia che compone, giusta le accennate congetture, i proposti strati. Questa cagione può esser varia, quanto varie sono le alterazioni, e quanto differenti i vizi che possono incontrare i nostri fluidi. Non vi ha bisogno per questa alterazione, che sia preceduta da vizio del solido del nervo; poichè lo stesso umore coibente può, stagnando soverchiamente, in varie maniere viziarsi, e lo stesso spazietto fra parte, e parte membranosa del nervo, che era occupato prima da una materia coibente, può esserlo da un egual volume di materia deferente, senza che perciò si muti la natural distanza da una parte all' altra. Ogni qualvolta pertanto ciò avvenga, e la predetta materia passi, in causa di qualsiasi delle indicate cagioni, dallo stato naturale di coibente, al preternaturale e vizioso di deferente, è facile il comprendere come tosto insorgeranno le forzate e

viziose contrazioni, o siano le convulsioni, e come queste saranno di differente grado, o di differente forza, secondo la diversa alterazione della stessa materia.

Ma quantunque però il vizio di questa fluida materia possa nascere nel nervo senza che sia preceduta alterazione nel solido, non può negarsi per altro che una tale alterazione non venga poi in seguito prodotta dalle viziose qualità della medesima materia. Il che ove succeda, ecco una nuova sorgente di convulsioni, e delle più fatali e difficili a vincersi, e di quelle forse che poi spesso terminano in una perfetta paralisi, perchè la guastata naturale struttura del nervo, aprendo una troppo facile ed ampia strada alla elettricità, ne permette un troppo copioso dissipamento, e ne impedisce costantemente il necessario accumulamento.

Inoltre, la varia natura e resistenza degli strati frapposti alle parti deferenti del nervo non ci aprirebbe ella un qualche adito eziandio alla spiegazione ed intelligenza dell' azione e del vantaggio che recano varii rimedi nelle convulsioni, e segnatamente i più efficaci? Così, per esempio, gli oleosi, i resinosi sarebbero forse tanto profittevoli, perchè, somministrando al sangue materia coibente, questa, dalla forza della circolazione portata ai nervi e spinta fra le solide loro parti, renderebbe i suddetti strati o meno facili ad essere superati dalla forza dell' elettricità, o assolutamente impenetrabili dall' elettricità stessa, e quindi o diminuirebbe la forza delle spasmodiche contrazioni muscolari, o le farebbe cessare affatto? L' osservazione pratica, che le persone pingui sono meno sottoposte alle convulsioni, potrebbe accrescere la forza di una tal congettura.

I bagni freddi altresì potrebbero riconoscere l' esser preferibili ai caldi, nell' attività di sedare in molti casi le convulsioni, dallo stipare i nervi, che erano morbosamente rilassati; e forse di qui pure dipende il vantaggio che negli stessi casi apportano le bevande gelate.

La maravigliosa forza poi degli oppiati tutta dipender potrebbe o dal sospendere temporaneamente la morbosa azione della forza di contrazione de' nervi, di già proposta, che conduceva a contatto le membranose loro parti conduttrici, o da quell' illanguidimento di forze di circolazione che l' oppio per un qualche tempo indur deve, anche secondo il sistema di Brown, pel quale illanguidimento non più potessero essere iutruse fra le solide parti del nervo le congetturate sierose saline particelle. In qualunque di queste due maniere operasse l' oppio, e molto più se in ambedue, come nulla par che osti a credere, è facile il comprendere come ceder dovrebbongli le convulsioni. Nel primo caso verrebbe impedito il necessario avvicinamento, e molto più il contatto delle mentovate solide parti conduttrici del nervo; nell' altro caso mancherebbe lo strato di materia morbosa deferente alle medesime frapposta, e resterebbe il solo naturale di materia coibente.

Tutte queste congetture, non senza qualche fondamento avanzate, ove sieno poste alle prove di nuovi esperimenti e nuove osservazioni, mi lusingo che non resteranno senza una qualche utilità; mentre, quand' anche non venissero del tutto confermate, pure sembra che gli esperimenti su di esse tentati dovessero aprire qualche nuovo adito per ritrovare quel vero, che solo cerchiamo.

MEMORIA QUINTA.

Nuovi tentativi intorno alla Torpedine, e nuovi argomenti dedotti a favore della elettricità animale.

Quantunque raccogliendo tutti i fatti da me e da altri fino al giorno d' oggi riferiti, sembrassero essi mettere fuori d' ogni dubbio l' esistenza di una particolare elettricità contenuta nell' animale, ed un particolar circolo che ella compia nel medesimo, tuttavolta confesso il vero che io da lungo tempo desiderava di poter esaminare, e trattare questa stessa elettricità in alcuno di quegli animali, ne' quali e la presenza della medesima, e l' indicato circolo restasse fuori d' ogni questione. Tale si è certamente la Torpedine, in cui e la scintilla osservata col microscopio da varii fisici (*a*), e la scossa,

(*a*) Nel vistoso *Errata-Corrige* della prima edizione di queste Memorie (Rapp. pag. 72) è chiarissimamente notata una menda del presente luogo, ne' termini qui appresso: — *in cambio di* TORPEDINE *si legga* GINNOTO*, in cui, e non già nella Torpedine, è stata finora osservata la scintilla* —. E basti l' aver riferita la correzione. Che se, conforme ad essa, si fosse nel testo sostituito semplicemente *Ginnoto* a *Torpedine*, sarebbesi indarno alterato il genuino senso dell' esordio della Memoria. D' altronde questo si volle conservare integro, anche perchè si vedesse la principale origine dell' abbaglio d' alcuni, che hanno fatto passare il Galvani per iscopritore della scintilla elettrica della Torpedine (V. avanti nota (*b*) pag. 392 e seg.). A tempi suoi non essendo mancato qualche fisico che asserisse d' aver fatta l' osservazione della scintilla da questo pesce (V. nota

in tutto simile a quella che si riceve dalla scarica della boccia di Leida, comunicata sul momento ad una catena di persone, hanno sgombrata ogni ombra di dubbio, che l' autrice di tali fenomeni non sia una vera e reale elettricità. Ma rese vano per lungo tempo ogni mio desiderio la difficoltà di far trasportar vive da lontano paese le Torpedini. Quando finalmente portatomi per diporto in compagnia di alcuni onesti amici alle spiaggie del mare Adriatico, prima in Sinigaglia, mercè l' amorevolezza e la cortesia del mio amico e valentissimo medico ivi condotto Dottor Battaglioni, poi in Rimini, per la natural bontà di alcuni onesti mercanti, ebbi il comodo di fare sull' indicato animale alcuni tentativi, benchè non tutti quelli che avrei desiderato, avendo dovuto per alcune combinazioni trattenermi in Rimini soli due giorni, tempo troppo breve per compiere con accuratezza e comodo sì delicati sperimenti. Tuttavolta eccovi, dottissimo Professore, quel poco che in tali angustie di tempo, colla scorta d' alcuni esperimenti e dell' analogia, potei raccogliere, atto a dimostrare, se mal non m' appongo, e l' esistenza di un non dissimile fluido elettrico in ogni animale, operante colla stessa

precit.), ed avendo il celebre elettricista P. Beccaria scritto del suo — *Occhiale per ispiare la luce nella scossa della Torpedine* — (Scelta d' Opusc. interes. ec. Tom. 19.°, pag. 87, anno 1776) in guisa da far credere che il risultato di simile esplorazione fosse sicuro, il Galvani potè essere facilmente indotto ad esprimersi come nel testo: poscia, col riflettere che la cosa era ancora più che dubbia per la Torpedine, mentre le esperienze del Walsh l' avevano renduta certa e sicura per riguardo al Ginnoto (Rozier Observ. sur la Physique etc. Tom. 8.°, pag. 333, Ottobre 1776), si sarà pentito d' aver trascorso su di ciò più in là di quel che aveva fatto altrove (pag. 108, e 209), e avrà quindi stimato di dover ridurre la sua proposizione al certo, come nell' *Errata-Corrige*.

prof. Gherardi.

legge di circolo, e la separazione ed elaborazione sua nel cervello, ed il sicuro e natural suo cammino pei nervi. Varii di questi stessi esperimenti sono stati tentati alla presenza del suddetto signor Battaglioni, ed altri sono stati replicati dal medesimo, siccome riferirò in appresso.

Incominciando pertanto dalla esistenza di questo fluido, egli è certo che un fluido, che seco porta i principali e più decisivi caratteri di una vera elettricità, esiste nella Torpedine. Questo viene dimostrato, come ben vi è noto, da molti esperimenti tentati da altri su di un tale animale; e Voi medesimo ne potete coll' autorità vostra somministrare una indubitata prova, avendone già sentite le scosse similissime a quelle della boccia di Leida, e avendo fatte, intorno a tali scosse, nuove ed interessanti esperienze (*a*), che sempre più fanno credere aver esse origine da una vera elettricità.

(*a*) Due sono i lavori sulla Torpedine che si conoscono di questo grande naturalista. Il primo fa parte di una Lettera in data del 23 Febbraio 1783 al March. Lucchesini, inserita nel Tom. 6.° an. 1783 degli — *Opuscoli scelti sulle Scienze* ec. — di Milano (pag. 73 ; dalla pag. 80 alla 104 si ragiona della Torpedine): il secondo, che da qualcheduno ho veduto accennato come una cosa stessa col precedente, uscì da prima nel Tom. 2.°, Par 2.ª delle — *Memorie della Società Italiana dei XL* — (Verona 1784), e venne poscia riprodotto nel Tom. 7.° an. 1784 de' citati *Opuscoli* di Milano; esso è parte d' un' ampia Lettera al Bonnet del 15 Gennaio 1784 intitolata — *Lettera prima relativa a diverse produzioni marine* — (*Mem.* cit. pag. 603 ; il §. XV. è dedicato alle Torpedini, e s' estende dalla pag. 648 alla 657 : *Opusc.* cit. pag. 340 ; dalla pag. 380 alla 388 il §. XV). Dal titolo della predetta Lettera al Bonnet non rilevandosi i varii soggetti sui quali essa si aggira, ed i biografi dello Spallanzani non avendola indicata diversamente, ben da pochi il secondo lavoro sulle Torpedini è conosciuto, quantunque sia più importante del primo: questo primo non poteva sfuggire a ricerche anche men che accurate, poichè nell'indice del Volume degli *Opuscoli*, che contiene la Lettera di cui esso fa parte, una tale Lettera è intitolata

A Voi non è ignoto raccogliersi e cumularsi questa sì forte elettricità in esso animale, per mezzo di due corpi di una particolare struttura, detti corpi od organi elettrici, composti di moltissimi prismi esagoni, formati da innumerevoli piccoli piani parimente esagoni, gli uni sovrapposti agli altri con mirabil ordine ed esatto adattamento, non altrimenti che li formerebbero molti, e molti piccoli quadretti magici, tutti della stessa

così — *Lettera sopra la Torpedine, e altri argomenti* —, e poichè i menzionati biografi la indicarono come segue — *Lettera sulla fecondazione artifiziale, e sulla elettricità delle Torpedini* —. Mi fermo su queste particolarità, colla fiducia di richiamare l' attenzione de' fisici e fisiologi sopra due produzioni, le quali, in un colla Memoria attuale del Galvani, di cui ponno riguardarsi il più opportuno esordio e complemento, meritavan certo d' essere maggiormente divolgate e studiate (*): il che pure si farà manifesto a chiunque vorrà considerare il passo delle medesime, che più avanti di questa Memoria del Galvani si ha occasione di riportare. Le esperienze della prima produzione furono eseguite nell' estate del 1782 sopra Torpedini dell' Adriatico, a Chiozza ed a Rovigno; quelle della seconda, nell' estate susseguente, sopra Torpedini del Mediterraneo, a Portovenere presso il Golfo della Spezia. Cotali produzioni non contengono tutto quello che l' autore aveva scoperto sopra l' importantissimo soggetto: di ciò fa fede il nominare egli, nella Lettera al Bonnet, un' Opera estesa (Stor. nat. del mare), in cui va dicendo che tratterà più completamente il soggetto stesso, come tutti gli altri della medesima Lettera. Ma l'Opera mai non apparve, non essendogli bastata la vita per aggiungerla alle molte, di cui, fino al termine di questa, nel 1799, il suo fecondissimo genio arricchì la scienza, ed i materiali riguardanti il soggetto nostro, soprattutto *le grandi tavole dell' anatomia degli organi*

(*) *Non si hanno altre edizioni di quelle, nella lingua originale, che le prenotate: nel Giornale francese* — Observations sur la Physique etc. — *di M.r Rozier, si trova un sunto della prima Lettera* (*Tom.* 23.°, *an.* 1783, *pag.* 217 – 220), *e la seconda per intero* (*Tom.* 28.°, *an.* 1786, *pag.* 183 – 204, *e* 252 – 269).

grandezza e figura, adattati esattamente coi loro angoli e lati corrispondenti gli uni cogli altri.

Voi altresì sapete che a tali prismi viene distribuita una sterminata copia di nervi, la quale, poichè supera di gran lunga quella quantità che sarebbe necessaria per la vita, nutrizione, e senso loro, così sembra data dalla natura ai medesimi per altri usi, fuori di questi. E siccome l' uffizio particolare di detti corpi elettrici è di raccogliere, cumulare, e somministrare all' uopo una particolare e viva elettricità, così hanno creduto giustamente i naturalisti ed i fisiologi che una tale elettricità venga appunto trasportata ai medesimi corpi per mezzo di questa così insigne moltitudine di nervi. E poichè tali nervi partono immediatamente dal cervello, così

elettrici della Torpedine, non pure vengono adesso ricordati: io almeno ne ho ricercato indarno un indubitato indizio, scorrendo i cataloghi delle cose inedite del celebre naturalista negli elogi di lui dettati dal Fabbroni, dal Pozzetti e da altri, e nelle copiosissime notizie biografiche, che con sì grande amore e perspicacia ne raccolse non ha guari il ch. sign. prof. De Brignole De Brunoff (Notizie biografiche dell' Ab. Laz. Spallanzani, Reggio 1836, anonimo) (**). Nulla può dare un' idea più vantaggiosa della parte anatomica dello studio di lui sulle Torpedini, che l' ultimo punto del paragrafo a queste dedicato nella Lettera al Bonnet. — *Finalmente*, vi si legge, *l' anatomico esame degli organi elettrici non doveva per nessun conto essere ommesso . . . . . . Veduto avete quanto intorno a questi organi era stato scoperto dal ch. Hunter dietro alle tracce segnate dai due*

(**) *Alla pag. 76 di questo bel libro, sotto il N.° 32 sono segnati, tra le cose inedite, de'* — Materiali risguardanti la Storia naturale del mare — (*conservansi nella Biblioteca di Reggio*); *ma siccome in una pagina anteriore si assicura che simili materiali hanno poca importanza, massime perchè trovansi sparsi quasi tutti nelle Opere edite dell' autore, e siccome ciò non si sarebbe potuto dire delle tavole anatomiche, così io ho reputato che il De Brignole non ve le abbia rinvenute.*

hanno dedotto alcuni che una tale elettricità venga loro somministrata dal cervello medesimo, ed in conseguenza che esso sia l' elaboratorio e il serbatoio di tale elettricità, e che i nervi siano i conduttori della medesima. Ma siccome questo interessante punto di Fisiologia restava affidato ad una sola benchè giusta e verisimile congettura, così tentai di decidere per quanto si poteva la cosa col fatto e colla osservazione.

Avendo dunque avute in mio potere alcune vive Torpedini, dopo di avere da una d' esse sofferte varie piccole scosse, e varie irritazioni somiglianti a quelle della scintilla elettrica (b), recisi dalla medesima una porzione del suo corpo che

nostri Italiani, Redi, e Lorenzini; ma vedrete (nell' Opera suaccennata) *quante altre inaspettate novità si nascondevano dentro di essi, e qual magistero, qual arte spicca in queste singolarissime macchinette* —. In due Lettere del Vassalli Eandi a M.r Delamétherie, scritte nel 1799, si fa menzione di questo anatomico esame così: — *l' anatomie de la torpille, qui m' a été communiqué par Spallanzani, fait voir de quelle manière cet animale donne des secousses* — etc.. — *Dès l' an 1790, me trouvant à Pavie, Spallanzani, à qui j' avois auparavant communiqué mon opinion sur les poissons secouans, ME FIT VOIR SES GRANDES TABLES SUR L'ANATOMIE DES ORGANES ÉLECTRIQUES DE LA TORPILLE* — etc. (Journal de Physique etc. par Delamétherie, Germinal an. 7 (1799), Tom. 48.° pag. 339; e Id., Messidor id., Tom. 49.°, pag. 69 – 70: oppure Hist. du Galvanisme per P. Sue, Prem. Par. pag. 77, e Deux. Par. pag. 91-92). Dio volesse che questi miei ricordi dessero occasione a far rivivere sì preziosa anatomia, o per lo manco le tavole! Un chiarissimo collega, giudice competentissimo, mi assicura che giugnerebbero a tempo anche adesso, nulla ostante gli analoghi lavori anatomici ne' quali s' esercitarono parecchi moderni di distinzione.

prof.e Gherardi.

(b) Chi poteva dubitare che l' Autore qui, e perciò ne' varii altri luoghi della Memoria, nei quali nomina *la sensazione di scintilla* ricevuta dalla Torpedine, non intendesse di accennare semplicemente o una *puntura* analoga a quella che vi fa sentire l' elettricità

conteneva tutto intero l' uno dei due organi elettrici, lasciando intatta e naturale l' altra che conteneva l' altro organo unito a tutta intera la testa. Cercando indi i segni elettrici sì nell' uno, che nell' altro organo, li trovai in quello rimasto unito naturalmente all' animale, ma nell' altro staccato non mi fu possibile di rinvenirne. Dunque, dissi io allora meco stesso, la separazione di questo organo elettrico dal cervello, mediante il taglio dei nervi, gli toglie ogni elettricità: sembra egli adunque assai verisimile che tale elettricità gli venisse dal cervello. Ma non volli affidare a questo solo esperimento la decisione della cosa, mentre un tal corpo, separato dall' animale, divenendo un corpo morto, poteva più per la mancanza

comune allorchè la ricevete a scintilla sopra una parte qualunque del corpo (come interpretò il cel. sign. Alibert nel suo Elogio del Galvani: V. pag. 103 della versione ital.), oppure, al più, una sensazione di luce simile — *a que' lampi, che si fan vedere bellissimi allo sperimentatore allorchè applica l' arco e le armature ai proprii occhi, siccome scoperse l' ingegnosissimo Volta* —? (V. la terza di queste Memorie sulla fine, pag. 365). Ma la prima interpretazione tanto più facilmente dovevasi presentare, in quanto che veniva essa suggerita e autorizzata dal Galvani medesimo, il quale, ne' due paragrafi consecutivi al presente, invece di esprimere — *irritazione somigliante a quella della scintilla elettrica, o sensazione di scintilla, e scossa* —, dice soltanto — *elettricità* PUNGENTE, *e scuotente* —, — IRRITAMENTI, *e scosse* —. Da ultimo, in un luogo più avanti (che verrà marcato con asterisco), l' Autore facendo intendere di — *aver provata* NELLA MANO L' INGRATA SENSAZIONE OR DI SCINTILLA, *or di scossa* —, venne a togliere Egli stesso su di ciò qualunque equivoco possibile, e ad escludere ogni altra interpretazione fuori che la prima medesima.

Nulladimeno, dal presente luogo e dai simili qui menzionati, non che dall' esordio della Memoria (pag. 387, nota (*a*)), un grave scrittore, il sign. Ippolito Cloquet, sembra aver ricavato un sicuro argomento per ispacciare, siccome fece, il Galvani discopritore della *scintilla elettrica* della Torpedine, errore divolgato poscia da qualche altro non men grave scrittore.

della vita, che per altra cagione essergli tolta ogni forza elettrica.

Ad un' altra Torpedine pertanto recisi immediatamente il solo capo, restando in essa i detti organi intatti attaccati all' animale, che dava non oscuri segni di vita, ed era verisimilmente provveduto ancora di qualche circolo. Perciò sebbene a ragione non si potesse credere che fosse in essi organi estinta ogni vitalità, pure cessò in ambedue ogni benchè minimo indizio di elettricità o pungente, o scuotente.

Parvemi allora che l' esposta congettura acquistato avesse un grado assai maggiore di probabilità, e direi quasi di verità; pure non fui ancora pienamente quieto e soddisfatto, riflettendo, che se questi segni elettrici venissero da una elettricità determinata all' escita ed al giro dal volere ed arbitrio dell' animale, potevano essi mancare in questo esperimento, non per ragione di esser tolto l' organo che la separava, ossia il cervello, ma per esser tolta ogni forza di volere, che sembra pure esser congiunta colla presenza ed integrità di esso cervello. Quindi è che in un' altra Torpedine tentai la cosa con quest' altro metodo. Svelsi prima dalla medesima il

Nell' autorevole Opera — *Dictionnaire des Sciences Naturelles* — l' articolo *Torpille*, sottosegnato dal predetto sign. Cloquet, che incomincia colla pag. 543 del Tomo 54.° an. 1829, alla pag. 549 contiene questo passo: — *Spallanzani est entièrement d' accord avec lui* (Walsh) . . . .; mais il *n' a point été plus heureux que lui pour découvrir l' étincelle au moment du choc.* CETTE GLOIRE ETAIT RÉSERVEE AU CÉLÈBRE GALVANI, QUI L' A DISTINGUEE A' L' AIDE DU MICROSCOPE, ET QUI RAPPORTE CE FAIT DANS DES MÉMOIRES ADRESSÉS A' SPALLANZANI, ET IMPRIMÉS A' BOLOGNE EN 1797. *Dès 1792 Guisan néanmoins, qui répéta avec soin les expériences de Walsh, de Williamson, d' Ingenhousz, etc., sur ce sujet, avait dans l' obscurité aperçu la lumière de l' étincelle électrique* —. Veggano i moderni veri scopritori della scintilla della Torpedine, poichè la videro non solo, ma insegnarono come ottenerla a piacimento, se l' asserzione del sign. Cloquet

cuore, indi esaminai diligentemente se più dava alcun segno di elettricità: mi avvidi darne benissimo, e maneggiandola provai scosse ed irritamenti, benchè piccoli. Apersi allora all' animale immediatamente il cranio, e ne recisi il cervello:

relativa al Guisan (*) sia più fondata dell' altra relativa al Galvani.

Ma siami permesso di riportare qui un passo del Libro del Gardini — *De electrici ignis natura Dissertatio, Academiae Mantuanae exhibita anno* 1788 etc. — (Mantuae 1792). = *Id innuam*

(*) *Il ch. sig. prof. Federico Tiedemann nell' accuratissimo novero degli autori, che trattarono de' pesci elettrici, dato nella sua Fisiologia, mette anche un Guisan quale autore d' un libro, stampato a Tubinga nel* 1819, *intitolato* — De Gymnoto electrico —; *ma dice che esso è stato uno degli osservatori della scintilla dall' Anguilla del Surinam, ossia, dal Ginnoto, non già dalla Torpedine: riguardo all' osservazione della scintilla da questa, ei ricorda il Gardini solo, sul quale appunto continua la nostra nota* (*Traité compl. de Physiol. de l' homme trad. par. Jourdan, Deux. Par. Anno* 1831, §. 421 *e* 424, *pag.* 567, 574 – 575).

Voglio rimarcare qui una particolarità, che avrebbe trovato luogo più opportuno nel Rapporto, se mi fosse avvenuto prima d' ora di consultare l' Opera del ch. Tiedemann, piena di esatta e soda erudizione, come in genere sono tutte le Opere che ci vengono dalla dotta Alemagna. Nel parlare delle contrazioni che nascono nella rana coll' indurne a reciproco contatto nervi e muscoli, il prelodato autore dice, che primo fu il Galvani a far l' osservazione di simile fenomeno, e cita tosto il Commentario — De viribus electricitatis etc. —, *l' Opuscolo* — Dell' uso e dell' attività dell' arco conduttore ec. —, *e le presenti* — Memorie sull' elettricità animale — (*Op. e Par. cit.* §. 418 *pag.* 558 – 559). *Il cel. professore di Eidelberga ha dunque potuto sapere che autore dell' Opuscolo anonimo era il Galvani, e che l' Opuscolo stesso, insieme a queste* Memorie, *racchiudeva le originali primitive esperienze su quel rilevantissimo fenomeno! Rossor nostro, che fin qui a pena qualcuno tra di noi siasi dato pensiero del prezioso Opuscolo, e delle medesime esperienze originali!* (*V. Rapp. nota* (6) *pag.* 94 *e seg.*; *e nota* (*a*) *pag.* 279 *e seg.*).

cessarono sul momento i detti segni di elettricità, nè fu più possibile l' eccitarne alcuno.

Questo esperimento sembrò a dir vero più concludente d'ogni altro, mentre dimostrava non dipendere la presenza dell' elettricità dalla forza della vita; ed invero qual vita attiva

tantum circa Torpedinis electricitatem, quod ego tentavi Gaenuae Ligurum; satis vegetam, et grandiorem Torpedinem, quae per aliquas concussiones ad humum me prosternabat, atque istae in membris meis majorem torporem, et dolorem obtusum molestiorem inducebant, eundemque diuturniorem, quam quaelibet concussio electrica a phiala leydensi accepta. Observavi quoque tunc majores concussiones illam induxisse, quando nimia molestia afficiebatur, ut cum acu illam tangebam, UNA TANTUM VICE IN CONCUSSIONE SCINTILLAM VIDI, CREPITUM AUDIVI, ET ADSTANTES IPSI QUOQUE OBSERVARUNT, tunc vero Torpedo non erat in aqua, sed posita supra scamnum electricum, et manu una eandem tangebam, dum digitum alterius manus prope locum medium inter cornua, quae extendebat, appropinquabam, ET STATIM PER SPATIUM, QUOD INTERERAT INTER DIGITUM, ET CORPUS TORPEDINIS TRANSIIT SCINTILLA DICTA CREPITANS; etc. = (Oper. precit. §. 71, pag. 100: Vedi anche Opuscoli scelti di Milano Tom. 15.° an. 1792 pag. 423 in nota).

Nella bella raccolta — *Collectio Latinorum Scriptorum cum notis* — *Taurini* 1832, precisamente alla pag. 455 del Tomo 8.° Par. 5.ª delle Opere di Plinio Secondo, in una nota — II. *Torpedo* — incontri il seguente tratto: — *Postea res clarius quoque demonstrata, electricam scintillam assequuta acie observatorum, sive noctu (Guissan), sive microscopii ope (Galvani)* —. Quindi l'annotatore, che è il ch. sign. Stef. Ajasson de Grandsagne, invia all' articolo suddetto del sign. Cloquet, che vien riportato per intero alla fine del Tomo testè citato (pag. 609).

È forse sull' autorità del medesimo articolo che il Rev. Padre prof. Pianciani, nelle sue accuratissime e sapientissime — *Istituzioni fisico-chimiche* —, si lasciò sfuggire: — *Ad esso* (Galvani) *parve anche di vedere coll' aiuto del microscopio la scintiluzza elettrica* (dalla Torpedine) — (Vol. 3.°, Par. 1.ª, pag. 274, an. 1834).

prof. Gherardi.

potevasi a ragione attribuire all' animale senza cuore? nè pure dipendere dal volere ed arbitrio; giacchè qual libero uso si può supporre di questa facoltà nell' animale o morto, o giunto ai confini di una vita minima? ma dimostrava bensì trar origine la rimasta elettricità solo dalla presenza ed integrità del cervello, tolto il quale, era tolto ogni segno di elettricità, e non così o tolta la vita, o tolta la forza dell' arbitrio e del volere. Tuttavolta, a dimostrare la cosa anche più chiaramente e con maggior certezza, pregai il suddetto signor Battaglioni che rinnovasse lo sperimento della estrazione del cervello ad una Torpedine viva, con tutta la destrezza sua, onde il circolo del sangue soffrisse la minor alterazione possibile. Mi compiacque egli cortesemente, e con tale circospezione e diligenza trasse dall' animale il cervello, che, riposto quello nell' acqua, non solo si mosse esso prontamente, ma vi guizzò quasi al naturale: non ostante però tanto vigore di forze di circolazione e di vita, non gli fu possibile l' ottenere dal medesimo alcuno degl' indicati segni di elettricità (*a*).

(*a*) Con le precedenti esperienze del Galvani, e qualche altra che cade più avanti, viene opportuno il considerare un importantissimo passo dell' ultimo lavoro dello Spallanzani sulla Torpedine (nota (*a*) pag. 389 e seg.), che riportiamo originalmente qui appresso. Da esso rileverà ciascuno, che, se colla morte di questo pesce, colla recisione del capo o cervello suo, colla recisione e separazione completa degli organi elettrici dal medesimo, o colla sola recisione de' tronchi nervosi che mettono in quelli e vi si diffondono in isterminata moltitudine di rami, se, dissi, con qual si sia di questi effetti cessa ogni ben che minimo segno elettrico ordinario, al saggio della mano che tocca o preme gli anzidetti organi, non manca però in questi, anche allora, qualunque fenomeno che ritener si possa tutto loro proprio e particolare; che anzi uno ne manifestano, allo stesso saggio, il quale ha tutta l' apparenza di succedaneo necessario, o di ultimo residuo della ingenita e perfetta virtù de' medesimi nello stato di vita

Dopo queste prove, chi può tuttavia dubitare che il fabbricatore, ed il raccoglitore di tale elettricità dal sangue non sia il cervello, e che i nervi non ne siano i naturali conduttori? Perisce certamente affatto l' ipotesi di quelli che hanno supposto, che il sangue, sfregando i nervi che sono intimamente sparsi e diffusi ne' suddetti organi, e che sono, siccome essi hanno congetturato, di natura idioelettrica, sviluppi dai nervi stessi, e separi cotale elettricità, recando a rinforzo di questa loro ipotesi la maggior grandezza del cuore delle Torpedini dotate di simile elettricità, a fronte delle razze, delle quali esse sono una specie, e che sono di questa elettricità mancanti. Posciachè, nello sperimento rinnovato dal

dell' animale, e d' integrità degli stessi in questo, non che del cervello, e de' nominati tronchi nervosi. Penso che cotal passo sia sfuggito ai fisici e fisiologi, poichè non lo trovo riferito da alcuno di loro; e molto più penso questo, riguardo ai moderni restauratori dello studio della Torpedine, giacchè altrimenti non saprei concepire come per essi l' accennato fenomeno non fosse stato oggetto di specialissimo rimarco, e come essi stessi non avessero proposta, e cercato di decidere, al saggio del galvanometro, la quistione de' segni elettrici negli organi durante la manifestazione dello stesso fenomeno, questione la quale, pare a me, non può non presentarsi, tosto che si sente la descrizione del medesimo. Hunter, Spallanzani, Galvani, che primi diedero ad un tale studio la direzione secondo la quale è stato ripigliato a' giorni nostri, non poterono disporre di tutti i nostri mezzi di esplorazione: maggiore il torto nostro di non aver valutato abbastanza il genio d' osservazione con cui vi supplirono! Ecco il passo che, non senza ammirazione, ho letto alle pag. 653 – 654 della Par. 2.ª del Tom. 2.° delle — *Memorie della Soc. Ital.* —.

= *Prima che io finisca di ragionarvi di queste scosse voglio con brevità trattenervi sopra alcune singolari novità atte ad accrescere la vostra attenzione. Nel citato mio scritto* (il suo primo lavoro sulle Torpedini) *ragionando delle scosse elettriche, dico che nell' avvicinarsi il pesce alla morte si trasmutano queste in una continuata batteria di leggerissimi colpi, che finiscono col finir della vita*

signor Battaglioni, il circolo del sangue nei detti organi e nervi corrispondenti rimaneva pur tuttavia, se non nel pieno suo vigore, certo con molta forza, eppure niuna elettricità restava nei medesimi organi. Che se accordar si voglia alle Torpedini un cuore più ampio, ed un numero maggiore di vasi per lo sviluppo della elettricità dal sangue, perchè questo

dell' animale (*). *Un simil fenomeno mi si è manifestato di nuovo, se non che perite le torpedini, mi sono accorto di un altro fenomeno più maraviglioso ancora e più strano. E questo è che la batteria, quantunque, in ordine all' esser dolorosetta alla mano, termini affatto col terminar della vita animale, seguita però per più*

(*) *Lo Spallanzani nell' annunziare, nella sua prima produzione, questa batteria di scossette, di* leggerissimi colpi, *esprime che gli pareva di avere sotto le dita un* cuore pulsante, *e che contò sino* 317 *di simili colpi in* 7 *minuti. Il Walsh pure rimarcò una batteria di scossette; ne contò* 35, *e talvolta più di* 100 *in un minuto* (*Transactions Phil. Vol.* 63, *anno* 1773; *Rozier Observ. sur la Physique etc. Tom.* 4.°). *Ma mentre la batteria dello Spallanzani si aveva soltanto, secondo questo, allorchè la Torpedine era* affaticata e vicina a morire, *e per esperimentarla bastava appoggiar semplicemente le dita agli organi dell' animale, quella del Walsh invece pare che fosse provata nel sottoporre l' animale stesso ad una serie di irritazioni, e quando il medesimo era ancor vegeto. Il Bajon pure sperimentò somigliante batteria di commozioni dall' Anguilla tremante di Cayenne, ossia dal Ginnoto, prendendo opportune precauzioni per renderle sopportabili alla mano, che in tale sperimento doveva persistere in un continuato contatto col pesce:* — allora, *scriveva il Bajon,* sentite la continuità delle commozioni, presso a poco nello stesso ordine delle pulsazioni delle arterie, e sembra anzi che esse secondino questo movimento vascolare, il quale a vicenda sembra venire da esse stesse accelerato — (*Rozier ec. Tom.* 3.°; *Scelta d' Opusc. interes. Vol.* 5.°, *anno* 1775). *Ciò sia avvertito per ismentire l' asserto di alcuni, che hanno voluto rappresentare il fenomeno della batteria di scosse come proprietà speciale del pesce elettrico a noi più noto.*

stesso sviluppo, e questo stesso fine, non si può loro concedere nel cervello? Ma qui potrebbe forse obbiettar taluno: se dunque una tale elettricità separasi dal sangue mediante l' organo, o sia la macchina del cervello, come poi sarà egli,

ore ad aversi alla maniera di un semplice polso. Se la mano adunque, morta affatto che sia la torpedine, premerà i suoi organi, sente un battito freqnentissimo e regolare, simile a quello del cuore, e lo sente in tutta l' area degli organi, se non che in vicinanza delle branchie, cioè a dire dove sono essi più grossi, è più vigoroso. In altre parti poi della morta torpedine non si sente nulla. Il fenomeno è lo stesso, e dentro l' acqua, e fuori. Di più non viene esso a togliersi, recisi che siano dalla torpedine gli organi. Dopo alcune ore da che è seguita la recisione, dura ancora la batteria, e trascorso poi ulterior tempo va a perdersi. La mano la sente con distinzione tanto nella faccia superiore, che nella inferiore. Se uno degli organi che pulsano spogliato venga della pelle che nella faccia superiore lo copre, quasi di subito la batteria si sminuisce, poi si fa nulla —. L' autore nota di avere osservato il fenomeno in sei torpedini, e di essersi accertato colle maggiori precauzioni e cautele che nessuna ingannatrice apparenza poteva avergli imposto — *su di questo fatto* —. Poscia aggiugne: — *Ma se hassi quella batteria, e per più ore continua ad aversi negli organi staccati dalle torpedini morte, che accaderà in essi, staccati che sieno dalle vive? Il tentativo era troppo curioso per non essere instituito. Comechè adunque ne vengano scelte di quelle, i cui organi sono prontissimi a scagliare le più valide scosse, queste scosse ciò non ostante cessano subito che gli organi, mediante il taglio, rimangono separati dall' animale. La mano tuttavia, che allora li comprime, soffre da prima un informicolamento molto molesto, che poi a poco a poco va sminuendo, ridottosi in ultimo a quella specie di polso, o innocente batteria, che non finisce se non dopo qualche ora. Le torpedini così spogliate de' loro organi seguitano a vivere, ed a nuotare per qualche tempo ...... private di un solo organo non danno bene spesso neppur la scossa dall' altro. Siccome però talvolta avviene il contrario, così sempre più rimane dimostrato che ciascun organo da sè è dotato di questa virtù.*

Tre gran tronchi nervosi riceve dentro di sè ogni organo. Che

che, svelto il cuore, e per conseguenza tolto il circolo del sangue, rimanga tuttavia qualche elettricità? Certamente il corso del sangue al cervello o è impedito affatto, o non è mai tale, pel cui moto ed attrito si possa supporre separarsi da esso sangue l' elettricità.

Voi ben vedrete, dottissimo amico, in primo luogo, che

sarà egli se uno degli organi si stacchi col taglio dal pesce per l' intiera porzione dove mettono questi nervi, lasciando il rimanente dell' organo tuttavia unito al corpo? Anche questa prova mi parve degnissima d' esser tentata, l' esito della quale si fu la cessazion d' ogni scossa all' organo così offeso, non ostante che sottentrasse però quel formicolamento di sopra accennato =.

Intorno a quest' ultimo punto dell' importantissimo passo dello Spallanzani si leggeranno volonticri due frammenti delle Lettere del Vassalli-Eandi, i quali vengono di seguito a quelli che si sono riportati nella precedente nota (*a*) (pag. 392). Il preclaro fisico, dopo di aver menzionata, nella prima Lettera, l' anatomia della Torpedine mostratagli dallo Spallanzani, dice: *Si à tous ces faits, on ajoute que*, DANS LA TORPILLE, LES NERFS EXPRIMENT L' ELECTRICITÉ CONTENUE DANS LES MUSCLES, *ainsi qu' il est démontré par l' expérience etc.* —; e nell' altra Lettera, dopo di avere enunciato che lo Spallanzani nel 1790 gli fece vedere le sue tavole anatomiche degli organi clettrici, soggiugne — *et me dit, qu' ayant essayé de couper les trois grands troncs nerveux, qui, en se divisant, viennent embrasser les prismes remplis de matière molle . . . . . , il observa que l' animal perdoit la propriété de donner des secousses (ce qui m' a fait dire, dans la lettre que je vous ai adressée le 21 ventose, que* DANS LA TORPILLE LES NERFS EXPRIMENT L' ELECTRICITÉ CONTENUE DANS LES MUSCLES), *et qu' au contraire, lors qu' on n' a point touché aux nerfs, on obtient encore de petites secousses de cet animal, quelque temps même après sa mort* —. Anche quel detto, due volte pronunciato dal Vassalli, che abbiamo segnato in carattere maiuscolo, meritava bene speciale ricordanza dai recenti scrittori dei fenomeni elettrici della Torpedine! esso in fatto può quasi riguardarsi come la espressione concisa, o formola dell' opinione oggigiorno più accreditata sui fenomeni stessi. *prof. Gherardi.*

una tale obbiezione ha luogo egualmente rispetto alla separazione di essa elettricità che vuolsi dai nervi degli organi elettrici, mentre in questi ha luogo egualmente, e forse più, l' esposta mancanza di circolo. Conoscerete poi in secondo luogo, che è cosa ben differente il non potersi, mancando il circolo del sangue, separare attualmente dal medesimo nuova elettricità, e il non poter restare trattenuta e cumulata nel cervello una qualche porzione della di già separata: l' estinto circolo del sangue può togliere al cervello la prima facoltà, non può impedir l' altra. Anzi questi stessi esperimenti, in uno dei quali, svelto il cuore, rimane pur anche alcun vestigio di elettricità, nell' altro, estratto il cervello, immediatamente non ne rimane neppur ombra, sembrano vie più confermare, che l' elettricità si sviluppa dal sangue nel cervello, o che questo è poi che la mantiene separata, la raccoglie, la modifica forse in parte, e sì modificata la distribuisce per mezzo de' nervi in gran copia agli organi elettrici (*a*).

(*a*) L' ipotesi oppugnata ne' due precedenti paragrafi era stata proposta dal prof. Michele Girardi, nel suo — *Saggio di osservazioni anatomiche intorno agli organi elettrici della Torpedine* — (Mem. della Società Ital. Tom. 3.°, pag. 553, anno 1786), il quale illustre anatomico si vedrà con onore menzionato più avanti dall' Autor nostro. Parve ad esso che la cavità del cuore delle torpedini, la grossezza dei vasi, ed il numero delle diramazioni di questi negli organi elettrici delle medesime fossero in qualche maniera in proporzione colle tre paia de' nervi, che penetrano negli stessi organi, e che egli chiama perciò elettrici; vale a dire gli parvero maggiori, proporzionatamente, nelle torpedini, che nelle razze comuni: al contrario trovò che, in quanto alla mole del cervello, non v' era differenza sensibile tra queste e quelle. Riguardo al cuore le sue osservazioni vennero convalidate da un' esperienza accuratissima del prof. Gio. Battista Pratolongo, riferita nello stesso *Saggio* prenominato, secondo la quale la cavità del cuore di una torpedine fu trovata pressochè doppia di quella di una razza ordinaria, a parità di peso delle medesime. Ecco i termini nei

Provata pertanto l' esistenza di questa particolare elettricità nella Torpedine, la separazione e raccolta che ne fa il cervello, e la diffusione e distribuzione agli organi elettrici per mezzo dei nervi, che ne addivengono in conseguenza i soli veri e naturali conduttori, passo ora colla scorta dell' analogia, e di nuove osservazioni a dimostrarvi lo stesso ancora relativamente alla comune elettricità animale.

La Torpedine, oltre l' elettricità tutta sua propria e naturale, contiene in sè anche quella che appartiene ai muscoli, e che potrebbe dirsi muscolare, comune a tutti gli animali. Infatti, oltre l' essere i suoi muscoli e nervi in tutto simili a quelli degli altri animali, massimamente a sangue freddo (in conseguenza della quale simiglianza ne viene essere pur simile il fluido operatore delle loro funzioni), se questi stessi muscoli, come per esempio quelli che s'incrociano nel ventre, si armino con armature metalliche eterogenee, ed a queste si applichi

quali il Girardi espone la suddetta sua ipotesi. — *Raccogliendo quanto abbiamo fin qui detto dell' organica struttura dei corpi elettrici, sì per riguardo alle numerosissime orizzontali membrane che le colonne compongono, e per le moltiplici diramazioni dei nervi, come ancora per il cuore e per i vasi che larga copia di sangue trasportano ai corpi stessi, sembra potersi non senza ragione dedurre che la natura in questi organi abbia non meno in spaziosi piani, che in nervi ed in vasi ancora doviziosamente abbondato. Posto or dunque questo, sarebbe egli di molto lontano dal vero chi volendo rendere una qualche ragione degli effetti elettrici, che questi animali producono, opinasse, che messa in moto la materia elettrica dall' urto e dalla copia del sangue, e svegliata nei nervi, ed accresciuta dai numerosi piani delle colonne venisse indi ad eccitarne la scossa, applicando il moto del sangue alle convoluzioni del vetro, la nervea sostanza all' elettrica materia, le membrane ai piani che l' elettrica forza mirabilmente accrescono? Ma voi ben vedete che in ciò passeggiam fra le tenebre* ec. — (pag. 566: il Girardi dirigeva il suo Saggio al Walter di Berlino).

prof. Gherardi.

l'arco metallico, si contraggono per tale artifizio non meno che i muscoli degli altri animali; poco, o nulla poi se le dette armature siano omogenee; per nulla assolutamente se l' arco venga interrotto da qualche sostanza coibente: fenomeni tutti, e proprietà che appartengono, come vi è noto, alla elettricità muscolare comune a tutti gli animali. Ma in quanto alle armature metalliche eterogenee, permettetemi ch' io qui faccia una piccola digressione, e vi racconti un fenomeno che mi ha non poco sorpreso. Mi servii delle armature eterogenee applicandole quando al dorso, quando al ventre, l' una o sopra, o in vicinanza di un organo elettrico, l' altra o sopra, o in vicinanza dell' altro; ne collocai similmente una sopra il dorso, l' altra sopra il ventre in luoghi corrispondenti agli organi, di modo, che l' una era applicata alla superficie superiore, l' altra all' inferiore dello stesso organo; così pure adattai l' una di queste armature ad uno dei nervi scoperti di uno dei medesimi organi, l' altra all' organo stesso nudato degl' integumenti; nè mancai infine anche di apporle allo stesso nervo, a qualche distanza l' una dall' altra: ma con mia meraviglia non mai in alcuno di questi casi trovai, usando dell' arco o metallico, o formato dalle mie mani e braccia, il minimo accrescimento di forza e di energia nell' elettricità dei detti organi o nel dare le scosse, o nell' eccitare la sensazione di scintilla. Or in questo fenomeno a me sembra doversi ravvisare ed un nuovo carattere della elettricità propria della Torpedine, ed un altro non lieve argomento che le armature metalliche non son quelle che sbilancino l' elettricità, e ne somministrino della propria, ma che solo atte sono ad accrescere alcun poco la forza dell' elettricità allorchè è debole, il quale accrescimento non sì facilmente apparisce allorchè l' elettricità è di sua natura forte e gagliarda, siccome è la propria della Torpedine, ma si manifesta comodamente nella comune elettricità muscolare degli animali, per essere questa molto più debole, e forse

diversamente modificata. Mi è sembrata non inutile cosa avvertire una tale differenza, perchè forse, esaminata più a fondo con nuove riflessioni e nuovi esperimenti, potrebbe un giorno condurre a rischiarare vie più l' indole e la natura tanto della elettricità propria della Torpedine, quanto della comune animale, che essa Torpedine pur possiede.

Or tornando in carriera, dopo aver dimostrata l' esistenza di queste due elettricità nella Torpedine, di una sua propria e particolare, e dell' altra comune a tutti gli animali, rimaneva a cercarsi se comune fosse ad ambedue l' elaboratorio, e così se comuni loro fossero i conduttori, oppure se ciascuna avesse i suoi proprii e particolari. Mi posi pertanto con ogni diligenza a cercare e ad esaminare in primo luogo l' origine degli altri nervi, e di quelli singolarmente che si portano ai muscoli, per veder pure se dessa era differente da quella osservata ne' nervi degli organi elettrici. Ma ritrovai che tale origine era la stessa, mentre sì questi nervi che quelli partono egualmente dalla sostanza midollare del cervello. Inoltre da quei due corpi da cui nascono i nervi degli organi, nascono pure altri nervi che ad altre parti si portano, nè in questa loro origine si può riscontrare nè coll' occhio nudo, nè con acuto microscopio alcuna sensibile differenza di forma, di sostanza ec. Accertatomi della uniformità dell' origine sì degli uni, che degli altri nervi, passai in secondo luogo ad esaminare questi stessi con tutta l' attenzione possibile, e cogli stessi presidii, per iscoprir pure se vi avea tra i medesimi alcuna rimarchevole differenza. Ma niuna ve ne trovai; l' abito esterno, il colore, la consistenza, la sostanza, tutto si osservava lo stesso sì nei nervi dei detti organi, che negli altri che si diramano ai muscoli. Non pago di questo esame e di questa osservazione, benchè fatta co' mezzi più semplici, e più atti in conseguenza a scoprire con verità la natura della cosa, non potendo essi indurre la menoma alterazione nelle parti che si

osservavano, passai alla sezione anatomica, ed indi all' uso della macerazione. Veruno di questi mezzi m' indicò la minima differenza: poichè in quanto alla sezione, questa mi dimostrò la medesima sostanza e tessitura sì negli uni, che negli altri: lo stesso fece pure la macerazione; essa non dimostrò differenza alcuna di struttura, di sostanza tra i nervi degli organi elettrici, e gli altri. È dunque la stessa l'origine dei nervi che vanno ai predetti organi, e di quelli che si diramano alle altre parti ed ai muscoli; è pure la stessa la fabbrica, la sostanza sì degli uni, che degli altri: dunque convien dire che sia pur anche lo stesso l' uso e l' offizio loro, e in conseguenza anche lo stesso il fluido che ricevono dal cervello, e che conducono alle parti nelle quali pongon termine. Ma relativamente a quelli che vanno agli organi elettrici, è dimostrato essere dessi conduttori di un fluido elettrico; dunque lo stesso deve essere relativamente a quelli che si portano ad altre parti, ed a quelli che si diramano ai muscoli.

Ma a mostrare anche di più questa somiglianza, anzi identità di fluido tanto nei nervi degli organi, quanto in quelli dei muscoli, non vi dispiaccia, ch' io qui vi rechi una osservazione fatta dal chiarissimo signor Girardi, e da me pure rifatta con tutta la diligenza, e riscontrata verissima ed esattissima. L' osservazione è la seguente. Separando con tutta la dilicatezza e destrezza possibile l' ultimo paio de' nervi degli organi elettrici, e seguendo le varie sue diramazioni, se ne riscontrano alcune, che vanno ad inserirsi ne' muscoli del dorso (*a*). Io

(*a*) La osservazione del Girardi, commendata qui dal Galvani, veggasi nel seguente passo del *Saggio* menzionato nella precedente nota (pag. 402). L' autore del medesimo, dopo di avere avvertito che il terzo paio de' nervi elettrici, cioè il posteriore e massimo, è diviso quasi in origine in due grossi rami uniti assieme, ed indi in tre, e che l' anteriore ed il secondo di questi tre si spiegano e diffondono nelle parti di mezzo, e nelle parti inferiori e posteriori degli organi

stesso poi osservai che dal primo paio di questi nervi alcuni rami nelle loro divisioni si portavano ai muscoli della testa. Gli stessi nervi pertanto danno rami sì ai suddetti organi, che ai muscoli. Si dovrà egli adunque credere, che il medesimo nervo contenga due sottilissimi fluidi d' indole diversa, e che questi due fluidi differenti scorrano contemporaneamente pel medesimo nervo? O non sarà egli assai più secondo ragione e più consentaneo al vero, che un solo vi scorra della medesima natura, e siccome questo è dimostrato elettrico rapporto agli organi, così lo sia pure rapporto ai muscoli? Che se si ritrova una notevole differenza, come realmente si scorge, tra il fluido che è ne' muscoli, ed il fluido che è ne' corpi elettrici, dimostrando questo caratteri di una vera elettricità più decisi e più marcati di quello, perchè ciò non puossi, anzi perchè non devesi a buona equità attribuire alla maggior copia con cui vien portato agli organi, di quello che ai muscoli, ed alla diversa modificazione ed elaborazione che soffra negli uni, e negli altri? Infatti l' osservazione anatomica, e l' oculare inspezione non dimostra ella questo stesso mio giudizio evidentemente? Qual copia di nervi infinitamente maggiore non si porta agli organi elettrici, di quello che ai muscoli? Qual sostanza, quale struttura, qual

elettrici, aggiugne: — *il terzo di questi stessi rami discendendo ai lati interni fra gli elettrici organi e la spina,* NE' SOTTOPOSTI MUSCOLI, *e nelle posteriori ed ultime branchie si distribuisce* — (V. pag. 563 del Vol. cit. nella predet. nota). Vede ciascuno che il Girardi non diede peso alla sua osservazione che uno de' nervi elettrici somministri rami *agli organi insieme ed ai muscoli*; ma simile osservazione rilevata dal Galvani, confermata, estesa (poichè, come si vedrà tosto, Egli la verificò in un altro degli stessi nervi), infine da Lui stesso adoperata per argomento della sua elettricità animale, meritò fin d' allora tutta l' attenzione de' Fisiologi e Fisici.

prof. Gherardi

fabbrica non hanno essi organi totalmente diversa da quella de' muscoli? Or perchè non vorremo noi piuttosto da queste vere, e reali, e tanto insigni differenze riconoscere le diverse proprietà del fluido che esiste negli uni e negli altri, di quello che immaginarle o nel cervello, o nei nervi, in cui tutto è perfettamente simile? Una prova di questo stesso, a mio giudizio, quanto mai convincente, ne ottenni dal seguente esperimento.

Trovando tanta forza di elettricità negli organi più volte nominati di questo animale, che per mezzo di essi si ottiene e marcata sensazione di scintilla, e persino di scossa elettrica, nulla ricercai con maggiore studio e diligenza che di provare ciò che avvenisse comprimendo, e tagliando alcuno di que' grossi cordoni nervosi che si trasferiscono ai medesimi organi; il che determinai di fare nel primo paio o cordone dei predetti nervi, come quello, che, scorrendo sopra una cartilagine, è perciò il più atto ad esser compresso e tagliato. M' accinsi pertanto su di questo all' opera divisata, non senza qualche timore di ricevere una forte scossa nella mano, che teneva io a bello studio sopra l' organo elettrico corrispondente allo stesso cordone nervoso. Quand' ecco, con non poca mia sorpresa, fortemente e replicatamente compresso contro la detta cartilagine il surriferito cordone, ed infine tagliatolo, non solamente non ebbi la consueta gagliarda scossa, ma neppure la minima sensazione o di scintilla, o di altra elettrica impressione. E d' onde mai può nascere un sì straordinario ed inaspettato fenomeno, se non dall' essere il fluido contenuto nei nervi di questi organi, prima che sia dai medesimi cumulato ed elaborato, lo stesso affatto che quello, che scorre negli altri nervi, incapace perciò di risvegliare la menoma elettrica sensazione? Onde ne viene per indubitata conseguenza, che tutta la varietà tra questo fluido raccolto in detti organi, e quello contenuto nei muscoli, nasce realmente dalla diversa struttura ed organizzazione

delle parti che lo ricevono; le une lo raccoglieranno e modificheranno in una data maniera, le altre in un' altra.

Che se Voi, dottissimo amico, mi chiedeste in che io pensi consistere questa supposta diversa elaborazione e modificazione, vi confesserò ingenuamente di non saperlo: vi dirò solo, che nei corpi elettrici sembra il fluido nerveo-elettrico avvicinarsi più alla natura della comune elettricità, di quello che ne' muscoli, e che perciò, volendo pure azzardare una qualche congettura sopra questa differenza, non par fuor di ragione che ella nasca da un maggior cumulo di questo fluido elettrico animale, fatto nei detti corpi per la straordinaria copia di nervi che ad essi si portano, e per la sorprendente moltiplicità delle superficie che in essi si mostra, atteso quegl' innumerabili piani che dicemmo formare i prismi dei quali sono composti. Alla qual cagione se si aggiungesse ancor quella della diversa carica nelle moltiplici superficie, siccome alcuni, non senza qualche fondamento, hanno creduto (*a*), chi non vede quanto verrebbe ad accrescersi la forza del fluido elettrico ne' detti organi, a preferenza di quello contenuto nei muscoli? Potrebbesi fors' anche congetturare, che il medesimo fluido soffrisse ne' muscoli una particolare elaborazione e combinazione con qualche altro principio animale, per la quale mostrasse un' indole diversa. Che se mi fosse lecito avanzar anche più oltre la congettura, sarei volto a sospettare, che questo fluido, separato dal cervello, nella dimora che fa ne' corpi elettrici, oltre l' accumularvisi, si spogliasse ancora d' alcun principio, che, ricevuto dal cervello stesso, seco portava pei nervi, e così più puro divenisse, e più somigliante alla elettricità comune.

Ma ritornando alla proposta somiglianza ed analogia del fluido che scorre pei diversi nervi della Torpedine, che dovrà dirsi, se in quello dei nervi singolarmente che vanno alla cute si

(*a*) Walsh, Cavendish, Girardi, ma Nicholson particolarmente.

riscontrino i più decisi caratteri di una vera elettricità, in tutto simile all' elettricità degli organi? Eppure questo è ciò che mi hanno dimostrato nuove sperienze, fatte da me nella stessa occasione su la Torpedine, le quali passo tosto a descrivere.

Cominciai a tagliare in varii luoghi la cute con piccole incisioni, poscia profondai le ferite tanto che giungessero a penetrare la sostanza muscolare: ad ogni ferita o piccola, o grande, o superficiale, o profonda, provai nella mano, che io teneva applicata alla superficie dell' animale, allorchè coll'altra lo feriva, l' ingrata sensazione or di scintilla, or di scossa (*). Questi fenomeni succedevano, fatte le ferite tanto nel dorso che nel ventre, tanto nella coda che nella testa, tanto da un lato dell' animale, quanto dall' altro; se non che sembravami maggiore la sensazione allorchè tagliava la cute, e la separava dalle sottoposte parti, che quando feriva qualunque altra parte, e maggiore eziandio allorchè il taglio e la divisione di essa cute cadevano sopra, od in vicinanza degli organi elettrici. Ora, alla vista di questi fatti, a me sembra si possa argomentare, non senza verità e sicurezza, di questa maniera. Se dunque ad ogni ferita fatta in qualunque luogo, e massimamente nella cute, corrisponde uno scagliamento di elettricità, e se questo stesso scagliamento fassi anche naturalmente pel solo arbitrio, e per la sola determinazione dell' animale, senza che sia egli ferito, o tocco, come quando ai pesci che gli si avvicinano lancia l' elettricità per intormentirli e prenderli per sua esca, fa di mestieri che i conduttori da cui esce questa stessa elettricità siano sparsi per tutto l' animale; che sieno inoltre in numero maggiore nella cute; di più, che comunichino cogli organi elettrici, ai quali soltanto appartiene il dare una tale elettricità; e finalmente, che siano sottoposti all' impero della volontà. Or tutte queste qualità e condizioni in quali parti ritroverem noi,

(*) V. nota (*a*) pag. 393.

fuorichè nei nervi? Saran dunque questi i veri naturali conduttori di cotale elettricità; ma questi nervi sono quegli stessi parte de' quali si distribuiscono e si diramano ai muscoli, e parte alla cute: scorre dunque certamente quest' elettrico fluido non solo pei nervi degli organi elettrici, ma anche per quelli dei muscoli e della cute. Dal che nasce una quanto giusta, altrettanto meravigliosa ed inaspettata conseguenza, cioè, che questi nervi atti sono a condurre una doppia elettricità; quella, comune a tutti gli animali, che preparata nel cervello si porta ai muscoli ed ai nervi della cute, siccome abbiam supposto nel nostro Commentario, e quella che è propria della Torpedine, e più si avvicina co' suoi caratteri alla vera elettricità comune. Anzi, a proposito di tali caratteri, un altro ne scopersi in questa elettricità della Torpedine, il quale vie più ne assicura di quanto abbiamo ora congetturato, e nello stesso tempo ne reca una nuova prova, che sia ella della stessa natura, o s' avvicini quanto mai alla comune e volgare elettricità. Questo carattere io passo ora ad esporvi, come quello che mi sembra degno di tutta l' attenzion vostra. Consiste esso nella forza stimolante che ha l' elettricità della Torpedine, in tutto simile alla forza stimolante della elettricità comune: eccovi gli esperimenti, coi quali scopersi un simil carattere.

Avendo preparata una rana nella consueta maniera, l' applicai sopra il dorso della Torpedine estratta dall' acqua, e collocata su d' una tavola. E questo feci per osservare se, quando io sentiva la scossa, o la sensazion di scintilla, la rana si fosse contratta. Quand' ecco che, appena la predetta rana poggiò su la Torpedine, cadde ella tosto in fortissime e violentissime contrazioni, prima che io m' accingessi ad averne la scossa. Queste convulsioni si calmavano alcun poco, e spontaneamente; ma poi tratto tratto naturalmente insorgevano, senza che io toccassi punto la Torpedine. Cangiai situazione alla rana, ed ora su la coda di esso animale la collocai, ora sul

capo, ora sul ventre, ora sugli organi elettrici, ora sui lembi del suo corpo; e in ognuno di questi luoghi la rana si commuoveva gagliardamente. Piacquemi allora di servirmi per l' esperimento, in vece di una sola rana, di molte applicate parimente in diverse parti della superficie del corpo della Torpedine, e con direzioni diverse: or mi riescì d' un giocondo spettacolo il vederle tutte ad un tempo muoversi, e, direi quasi, saltellare. Finalmente mi venne in pensiere di collocare queste stesse rane non già su l' animale, ma su la tavola medesima sopra della quale esso giaceva, e poco distanti dal medesimo: ed eccole muoversi, contorcersi tutte, come quasi avessero toccato l' animale immediatamente, quantunque non comunicassero col medesimo, che per mezzo dello strato d' acqua, di cui s' era bagnata la tavola nel collocarvi sopra la Torpedine.

Voi ben potete immaginarvi, che tutti questi fenomeni, e queste contrazioni accadevano nelle rane, non solo egualmente, ma con forza molto maggiore, se io avessi toccata, od irritata la Torpedine, e ne avessi dalla medesima ricevuta la sensazione di scintilla, e molto più se la scossa. Ma comechè in tutti questi casi io poggiava le rane su la Torpedine (o su l' umidità che con lei comunicava), parte coi nervi, e parte coi muscoli, così ad assicurarmi se pur queste contrazioni dipendessero dalla elettricità della Torpedine condotta in giro per la rana, o solamente da elettricità scagliata contro di essa, presi pei piedi una rana preparata, e la posi col canal vertebrale ad un solo e semplice contatto quando con una, quando con un' altra parte del corpo dell' animale: apparvero tosto, e di egual vigore, le consuete contrazioni, ad ogni e qualunque contatto. Replicai l' esperimento tenendo fra le dita, in vece che i piedi della rana, il canal vertebrale, e ponendo a contatto dell' animale quelli, in vece di questo: l' esito fu lo stesso. Finalmente volli provare ancora, se avveniva lo stesso tenendo sospesa la rana, non colle dita, ma con qualche corpo coibente,

come con filo di seta bene asciutto: il fenomeno, a tal cangiamento di cose, punto non cangiossi.

Da tutti questi fatti Voi ben vedete, se mal non m' appiglio, non solamente posta in piena luce e sicurezza una facoltà stimolante nel fluido elettrico della Torpedine, totalmente simile a quella della ordinaria elettricità, ma confermata vie più inoltre l' analogia dell' elettricità della Torpedine, con quella di un quadro magico: mentre se si ritentino i medesimi esperimenti su di esso quadro magico alcun poco caricato, gli stessi stessissimi fenomeni accadono costantemente. Ma un' altra conseguenza ancora da questi stessi sperimenti ne nasce non poco interessante; ed è, che esce costantemente da ogni punto della cute della Torpedine, e verisimilmente dall' estremità dei nervi di quella, il suddetto fluido elettrico, benchè in piccolissima copia, ed atto soltanto colla sua forza a stimolare i nervi delle rane e ad eccitare in esse i moti muscolari, e non già ad eccitare o la sensazion di scintilla, o la scossa in chi la tocca, mentre accadevano quei moti anche allorquando, applicando io le dita alla Torpedine, non provava nè l' una, nè l' altra di queste sensazioni. Onde confermasi anche da questo fatto, essere le rane di simil maniera preparate un elettrometro animale, ed elettrometro de' più squisiti che abbia inventato l' arte. A questo elettrometro pertanto noi dobbiamo la cognizione di quei minimi gradi di elettricità della Torpedine, che fin qui ci erano stati occulti. Ed infatti, quando cessa ogni indizio di questa elettricità tratto dalla sensazione della scossa, o della scintilla, questo elettrometro continua a manifestarcela; il che avviene singolarmente nelle Torpedini semivive, o da pochi momenti estinte (*a*).

(*a*) Il gran Volta, nella sua Lettera speculativa al Configliacchi sulla Torpedine (notevolissima per le penetranti vedute, per le verità non meno che per gli errori sparsivi, la sua idea fissa dell' *organo-pila* avendolo condotto a tenere per un nulla le concludentissime

Ma tornando alla forza stimolante di questo fluido elettrico della Torpedine, io non fui contento di sperimentarla solamente nei nervi, ma volli provarla ne' muscoli ancora, e nel cuore

esperienze dello Spallanzani e del Galvani circa la massima influenza del cervello, e de' nervi degli organi elettrici su la virtù di questi; V. Rapp. pag. 93), riferisce sommariamente e raccomanda di ripetere e variare le precedenti esperienze del Galvani, cui chiama *belle*, e ne inferisce che — *ci porterebbero a riguardare gli organi elettrici della Torpedine come sempre montati*, *ed in attuale azione fino ad un certo segno*, *aventi perciò nelle loro parti abbastanza di comunicazione per un qualche trascorrimento continuo di fluido elettrico dalla schiena al ventre*, *o viceversa*, *trascorrimento assai scarso però*, *sicchè bastando a scuotere que' tronchi di rana estremamente eccitabili*, *non valga a portare scosse sensibili alle nostre mani e braccia ec.* — (Collez. delle sue Op. Tom. 2.°, Par. 2.ª, pag. 273). Chiunque dovrà convenire che, nella sostanza, questa illazione del Volta non differisce da quella che il Galvani trae qui dalle proprie sperienze. Ond' è che il ch. signor Becquerel, nel lodare il Galvani di queste sperienze, avrebbe ben potuto lodarlo ancora della illazione, di cui invece fece merito esclusivamente al Volta (Traité de l' Électr. etc. Tom. 4.° pag. 264): ed il medesimo scrittore, allorchè, nel discorrere dell' effetto della commozione che si prova toccando la Torpedine con un solo dito, dedusse che simile effetto — *est le résultat d'un choc latéral analogue à celui que l' on obtient dans l' expérience suivante; lorsqu' on place une bouteille de Leyde chargée sur un drap mouillé*, *et qu' on la décharge de manière que celui-ci fasse partie du circuit*, *des grenouilles préparées*, *posées dessus*, *annoncent*, *par leurs contractions*, *que le courant s' est répandu dans le drap entier* — (Id. pag. 265), avrebbe dovuto dichiarare che simile esperienza apparteneva al Galvani; non montando certamente a nulla l' impiegare nella medesima la boccia anzi che il quadro magico, ed il Galvani avvisandoci qui sopra di avere sostituito questo alla Torpedine in tutte le sue precedenti esperienze (alcune delle quali sono identiche a quella proposta da M.^r Becquerel, sol che l' animale venga surrogato dalla boccia), e di avere osservato *gli stessi stessissimi fenomeni.*

prof. Gherardi.

singolarmente. A tale effetto pertanto posi sul dorso della Torpedine, in varii luoghi, alcuni muscoli recentemente staccati da una rana, e vi collocai similmente il di lei cuore, allorchè avea cessato di battere. Ma non mi occorse di vedere nè in quelli, nè in questo alcun moto, stando la Torpedine in quiete, e non vibrando essa alcuna sensibile elettricità, benchè nello stesso stato dell' animale, e tanti, e sì gagliardi ne' medesimi muscoli si eccitassero, come vi significai, allorchè poggiavano su d' essa Torpedine coi loro nervi. Ma se poi irritando io la medesima, l' avessi indotta a scagliare fuori di se la sua elettricità, ecco tosto cadere in contrazione gli stessi muscoli, ed il cuore, massimamente se fossero stati vicini al luogo da cui io col contatto, o coll' irritamento avessi determinato l' animale a slanciare l' elettricità. Una singolar differenza però rimarcai tra l' eccitato moto dei muscoli, e quello del cuore: e fu, che i muscoli si movevano e contraevano nel momento stesso che fuori esciva dall' animale l' elettricità, e che io sentiva o la scintilla, o la scossa; ma il cuore, soltanto qualche momento dopo.

Un' altra particolar differenza ancora ebbi occasione di osservare nella forza di questa elettricità applicata or al cuore, ed ora ai predetti muscoli; e questa si fu, che, ove tal forza fosse assai languida, ella bastava bensì ad eccitare le contrazioni nei muscoli, ma non già a svegliare il moto nel cuore, che si rimaneva nella primiera e totale sua quiete. Or questi moti indotti nei muscoli e nel cuore dallo stimolo dell' elettricità della Torpedine, e queste stesse differenze stabiliscono un nuovo punto, e fin qui sconosciuto, di analogia tra la elettricità di questo animale, e la ordinaria, il più perfetto che desiderar si possa. Mentre se si applichi ai suddetti muscoli ed al cuore, già posto in quiete, una leggiera scintilla, od una piccolissima torrente di quest' ultima elettricità, si eccitano appunto gli stessi moti, e colle stesse differenze.

Per convincersi di questo, basta disporre in serie alcuni muscoli degli arti, e frapporre a questi un cuore già posto in quiete, indi far passare per questa serie di parti muscolari una piccolissima torrente di elettricità, tratta o da un piccolo filo metallico applicato al conduttore della macchina elettrica, o da una piccolissima boccia di Leida leggiermente carica. Al momento del passaggio di detta torrente vedrannosi contrarre i soli muscoli, il momento appresso si contrarrà il cuore; e se l' elettricità sarà molto debole, quelli soli si osserveranno accorciarsi, e questo rimanersi affatto immobile. Or quale maggior simiglianza di fenomeni si può egli riscontrare? Vi confesso però il vero, ornatissimo signore, che la tardanza de' moti nel cuore, e l' inerzia sua alla presenza di uno stimolo tanto efficace, quale si è quello della elettricità, mi ha non poco sorpreso, nè ho saputo sì facilmente combinare questo fenomeno colla tanto decantata squisitezza di irritabilità del cuore sopra quella degli altri muscoli, e molto meno colla maggior sua prontezza di contrarsi all' azione degli altri stimoli. Non ho saputo trovarvi alcuna spiegazione, se non se ricorrendo, per l' una parte, allo scarsissimo numero dei nervi che appartengono al cuore, in paragone di quelli che si diramano negli altri muscoli, e, per l' altra parte, ad una forza che l' elettricità naturalmente eserciti molto maggiore nella sostanza nervosa, che nella pura e pretta muscolare. Ma Voi, col vostro fino ed acuto ingegno, saprete meglio di me, e con più sicurezza penetrare in questi laberinti della natura, e scoprirne gli arcani.

Io passerò intanto a narrarvi alcuni altri esperimenti fatti in quest' occasione su la comune animale elettricità, per iscoprire se in essa avesse pur luogo una qualche forza stimolante, simile a quella dell' elettricità sia ordinaria, sia propria della Torpedine. Volendo pertanto in primo luogo ritentare i muscoli, m' avvidi che era inutile il cimentarli, a quest' effetto,

senza l' aiuto de' metalli; mentre se l' elettricità animale, colla sola natural forza, fosse stata atta ed eccitare le contrazioni nei muscoli, stimolandoli, l' avrebbe già fatto probabilmente nei pezzetti di muscolo che soli formavan gli archi di sopra proposti nella prima Memoria (da pag. 315 a 319): onde non avendo ciò operato in quegli esperimenti, non era neppure d' aspettarsi che il facesse in nuovi esperimenti simili. Parimente non era credibile che ciò avvenisse nel cuore, se realmente la sola elettricità animale avesse fatto da stimolo: mentre avete di già veduto che la elettricità della Torpedine, e la ordinaria operano più facilmente e più efficacemente, come stimolo, nei muscoli sottoposti alla volontà, che nel cuore; onde se negli esperimenti testè ricordati la sola animale elettricità non era stata capace di eccitare il minimo moto nei muscoli di tal natura, molto meno pareva che lo dovesse essere rispetto al cuore.

Sospettando dunque e prevedendo, che probabilmente sarebbero riusciti a nulla questi esperimenti, senza l' aiuto dei metalli, ricorsi ad essi ed alle armature, come a quei mezzi trovati e già dimostrati, per l' una parte, immuni dal sospetto di produrre le contrazioni fin qui proposte per mezzo di una elettricità loro propria, e, per l' altra parte, molto atti a rendere assai maggiore ed efficace l' azione dell' animale elettricità.

In primo luogo pertanto, in vece di servirmi di un' arco di sostanza animale, uno ne adoperai di metallo, applicandolo con un estremo ai nervi sciatici di una rana preparata, nel luogo ove escono dal canal vertebrale, e coll' altro estremo ad un muscoletto, ed al cuore recentemente tratto da altra rana, e già posto in quiete; questi erano stati adattati a bella posta alle gambe corrispondenti a quei nervi, in guisa che portando su d' essi il secondo estremo dell' arco, l' elettricità della rana preparata fosse costretta a scorrere pei medesimi, per

compiere il natural suo giro: ma niun moto nel muscolo, e niuno nel cuore ottenni.

Tentai in secondo luogo l' esperimento applicando un' armatura di stagno agli stessi nervi nell' indicato luogo; ed allora vidi tosto, all' adattamento dell' arco, eccitarsi nel muscoletto le ricercate contrazioni, ma non già nel cuore. Avvalorai inoltre vie più le forze della torrente elettrica usando due armature eterogenee, in vece di una sola ed omogenea, applicandone, cioè, oltre a quella di stagno di già proposta, una di ottonella all' estremo del muscoletto; usato nuovamente l' arco, si contrasse allora non solo il muscoletto, ma il cuore eziandio, pulsando una, o due volte. Passato qualche intervallo di tempo rifeci l' esperimento, e vidi accorciarsi bensì manifestamente il muscoletto, ma per nulla muoversi il cuore. Dubitai allora che questo avvenisse perchè il muscolo riceveva pel primo, ed immediatamente l' impulso della torrente elettrica: quindi cangiai sito alle parti, e misi il cuore avanti del muscoletto, e sovra di quello collocai l' ottonella; apposi a questa l' arco, ma non perciò si mosse punto il cuore; si mosse bensì il muscoletto, che era al di là. Finalmente, per convincermi anche più della maggior prontezza dei muscoli, che del cuore a risentirsi all' azione della torrente elettrica animale, in vece di un muscolo solo, due ne posi in opera, e frapposi ad essi il cuore. Armato il primo colla stessa ottonella, e sovra d' esso portato l' arco, osservai con piacere contorcersi, non che il primo, ma il secondo ancora, ed il frapposto cuore restarsi immobile ed insensibile allo scorrere per esso della torrente elettrica. Variai lo stesso esperimento in altra maniera ancora, rendendo questo più facile e più spedito, e più breve d' assai ed immediato il cammino della elettricità: adattai cioè la stagnetta non più ai nervi della indicata rana, ma immediatamente ad uno dei detti muscoletti, ed all' altro l' ottonella, collocando fra essi, siccome

prima, il cuore; portai indi le estremità dell' arco su le dette armature: ma l' esito dello sperimento fu il medesimo; si mossero cioè i muscoletti, ma il cuore si rimase nella sua total quiete ed inerzia.

Rifeci varie e varie volte questi stessi sperimenti adoprando armature più efficaci, come di zinco e d' argento; ma fu cosa costante il muoversi de' muscoletti, e lo starsi fermo del cuore, ove esso non fosse stato tratto recentissimamente dall' animale, ossia ove la sua forza non fosse stata molto vigorosa, il che difficilmente poi accader poteva nello stato di quiete in cui uopo era che di già fosse rimasto, per tentare l' esperimento.

Ebbi anche occasione in questi esperimenti di osservare, che le poche volte che il cuore si moveva e pulsava, ciò avveniva qualche momento dopo che per esso era passata la torrente elettrica, tutto all' opposto di quello che avveniva nei muscoli, i quali, al passaggio per essi della medesima, prontamente ed immediatamente si muovevano. In somma, a raccor tutto in breve, Voi avrete potuto rilevare da tutti questi sperimenti, che i fenomeni della forza dell' animale elettricità, relativamente all' azion sua sopra i muscoli, mostravansi affatto gli stessi che quelli della ordinaria elettricità, o dell' elettricità della Torpedine, e che in conseguenza pareva necessario di accordare a quella elettricità la stessa forza stimolante di queste (*a*). Ma volli sospendere anche per poco il mio

(*a*) Le precedenti esperienze intorno la facoltà stimolante sui muscoli, e specialmente sul cuore, dell' elettricità della Torpedine, e di quella che si mette in moto con archi ed armature di metallo applicate agli stessi muscoli, presentarono una bella appendice alle esperienze analoghe eseguite con questa seconda elettricità, e con quella della comune macchina, dal Volta, dal Valli, dal Fontana, e dai Giulio e Rossi insieme (Mém. de l' Acad. de Turin, Tom. 6.°, Par. 1.ª , pag. 34). Si sa che il Volta, primo a rimarcare la grande differenza

assenso a tale sentenza, finchè avessi cimentato con simili artifizi anche i nervi, come più sensibili all' irritamento, che non i muscoli stessi.

Feci pertanto il seguente esperimento. Composi un arco di pezzetti di muscoli, simile a quello che vi proposi nella prima Memoria (pag. 318), il quale partiva dal nervo sciatico di una rana preparata, e si portava alla coscia corrispondente. Interruppi a bello studio quest' arco, allontanando uno dei pezzetti di muscolo dal contiguo; stesi di poi trasversalmente, e condussi dall' uno all' altro di questi pezzetti un nervo parimente sciatico di un' altra rana, similmente preparata, e ve lo adattai in modo, che una porzione di esso nervo restando di mezzo fra un pezzetto e l' altro, e compiendo l' arco interrotto, rimanessero per tal maniera fuori del medesimo arco ambe le gambe di questa seconda rana preparata; allora alzai uno degli altri pezzetti muscolari che formavano l' arco,

che si dà, sotto questo rapporto, tra i muscoli de' moti volontari e quelli de' non volontari, aveva trascorso fino a sostenere, che l' elettricità degli archi e delle armature metalliche, da lui in allora detta, col Galvani, animale, che la stessa elettricità ordinaria a scintille, ed anche a scariche forti, fossero incapaci di eccitare moti o contrazioni in questi ultimi muscoli, nel cuore in particolare, qualunque fosse il modo di loro applicazione ai medesimi. In seguito le esperienze del Fontana e dei due consecutivi prenominati fecero che moderasse la detta sentenza e pronunciasse definitivamente: che mentre i muscoli volontari venivano eccitati al moto, anzi a violenti contrazioni, quando pure lo stimolo elettrico non agisse che sopra i soli loro nervi, lontano dalla loro sostanza, ed anche soltanto sopra un piccol tratto di uno di tali nervi, per opposito i muscoli involontari, onde mostrassero di risentirsi allo stesso stimolo con qualche contrazione, non mai molto forte, sempre difficile ad accadere, richiedevano l' immediata applicazione alla propria loro sostanza dello stimolo medesimo (V. Collez. delle sue Op. Tom. 2.°, Par. 1.ª, pag. 115, 150, 210 e seg. in nota).

prof. Gherardi.

e lo feci cadere sul pezzetto corrispondente, onde si compisse con ciò l' arco dianzi interrotto, alla maniera che vi narrai nella prima Memoria (pag. 318). Al contatto che avvenne di questi due pezzetti nella caduta dell' uno sovra dell' altro, ossia al compimento dell' arco, nacquero tosto le contrazioni, e vigorose, non solo nella rana a cui era applicato il descritto arco muscolare, ma in quella eziandio il di cui nervo formava, come dissi, una porzione di arco. Or sembrava certo, che, in questo esperimento, la torrente elettrica della prima rana, nel compiere il suo giro dal nervo al muscolo, essendo costretta di passar tutta per la porzione intrapposta del nervo della seconda, quella fosse che in tale passaggio eccitasse nella seconda istessa, per via di stimolo, le contrazioni. Ma riflettendo però, che neppur nel nervo collocato a traverso de' muscoli potevasi assolutamente escludere la presenza e l' azione dell' arco, poichè uno allo stesso nervo ne faceva la serie dei pezzetti di muscolo unitamente al tronco della prima rana, la di cui elettricità ponevasi in giro per esperimentarne la forza stimolante su quel nervo, giudicai necessario, avanti di ammettere simile forza stimolante, di provare, cosa avvenisse, rifatto l' esperimento dopo che fosse estinta ogni forza di muoversi nel tronco della prima rana, e mentre fosse in vece pronta e vegeta cotal forza in quel tronco contro il cui nervo si dirigeva la torrente della prima rana medesima: poichè se anco in tal caso si fossero destati in quest' ultimo tronco i consueti moti, era fuor d' ogni dubbio, che essi dipendevano dalla forza dell' elettricità sua propria condotta in circolo dall' indicato arco, e non mai dallo stimolo dell' elettricità dell' altro tronco, la quale o mancava affatto, o era totalmente inerte. A tale effetto aspettai, che, per la lunghezza del tempo scorso dopo la preparazione, niun moto più si eccitasse nella prima rana, neppure col presidio delle armature eterogenee e dell' arco metallico; poi preparai colla maggiore sollecitudine l' altra, e la sottoposi al cimento.

Si svegliarono in questa i consueti moti, egualmente che se si fossero avute le contrazioni nella prima. Che più? Avveniva lo stesso se, in vece della rana in cui fosse estinta ogni facoltà motrice, si adoperasse un qualunque altro pezzo di sostanza animale inetta al moto, come un pezzo di pelle, per altro ben umida e molle (V. pag. 282 e seg., 318-319, 343)

Ecco tolta pertanto ogni ragione di stimolo all' elettricità animale condotta in questi esperimenti contro de' nervi, e comprovata con quest' ultimo fatto vie più la forza e la legge dell' arco, e dimostrato sempre più il circolo che essa fa naturalmente senza alcun presidio de' metalli. Per confermare però anche maggiormente questo stesso, sembrava che fosse stato di sommo rilievo il venir in chiaro di ciò che succedesse, esclusa, per quanto fosse possibile, qualunque azione di arco. A tale oggetto feci il seguente esperimento. Presi due armature eterogenee, un pezzo cioè di zinco, ed una moneta di argento; al pezzo di zinco legai un filo di canapa ben molle e zeppo di acqua; questo stesso filo affidai e legai ad un altro simil pezzo di zinco, in modo che buon tratto del medesimo filo rimanesse libero fra i due pezzi; applicai l' uno di essi pezzi ai nervi d' una grande e ben robusta rana, al solito preparata; indi, avendo adattata la moneta d' argento ai muscoli, posi in vicinanza di questa l' altro pezzo di zinco che rimaneva fuori dell' animale, e lo collocai in modo, che il prenotato filo formasse porzione d' arco, ma nel formarla rimanesse sollevato dal piano coibente sottoposto (il che è facile ad ottenersi servendosi di due pezzi di zinco alquanto grossi, e procurando di tener teso il filo); attraverso poi dellò stesso filo posi il nervo di una gamba di altra rana preparata, cosicchè la torrente elettrica della prima, passando nel suo giro pel filo, urtar dovesse contro questo nervo. In tal modo accomodate le cose, misi a contatto il detto pezzo di zinco libero e

fuori dell' animale colla moneta: ecco che, compiendosi allora l' arco, si ebbero tosto le contrazioni della rana armata, e pronte, e vivaci; ma nella gamba, il di cui nervo stava sopra il filo, niuna affatto. Replicato più volte l' esperimento, l' esito fu lo stesso: cercai a bella posta, che la sola estremità del predetto nervo reciso poggiasse sopra il filo, acciocchè la torrente fosse costretta di percuotere nel suo passaggio la parte midollare singolarmente di esso nervo; ma non variò per questo l' esito dello sperimento: rivolsi la detta estremità quando contro l' armatura de' nervi, quando contro quella de' muscoli, cosicchè la detta estremità fosse ora a seconda della direzione di essa torrente, ed ora in senso contrario; ma fu vano ogni tentativo, niun moto si destò mai nella gamba. Lo stesso mi accadde di osservare adoperando un filo metallico, in vece di quello di canapa. Resi anche l' esperimento più facile e più spedito collocando il nervo a traverso di un sottilissimo arco metallico, che io applicava, nella consueta maniera, alle due armature metalliche eterogenee dell' animale; ma non perciò fu diverso il risultato dello sperimento. Questi fatti mi persuasero maggiormente della insufficienza dell' elettrica torrente animale, benchè avvalorata dalla forza delle armature eterogenee, ad eccitare per mezzo dell' irritamento fatto al nervo le contrazioni muscolari: poichè sicuramente non può siffatta torrente, nel nostro caso, non investire la porzion di nervo che poggia sul filo, o sull' arco, e non urtarvi contro; onde se forza avesse di stimolarlo se ne dovrebbon vedere ne' muscoli gli effetti (V. pag. 340 a 343).

Da questi esperimenti trar si possono a mio giudizio due non inverisimili conseguenze. La prima si è, che l' elettricità che induce queste artifiziali contrazioni non è della ordinaria, nè viene dai metalli, nè, come da alcuni si suppone, fa il suo cammino dall' un metallo all' altro, allorchè siano eterogenei: perciocchè, ove tale fosse, benchè minima dovrebbe pure

irritare il nervo, e coll'irritamento di esso eccitar le contrazioni, siccome fa costantemente la ordinaria stessa, benchè minima, diretta coi medesimi artifizi contro il nervo. In secondo luogo poi inferir si può con assai più di ragione, che molto meno i moti eccitati nell' animal vivente, con questi tali artifizi, alla maniera del Volta, dipender possono da un irritamento prodotto ne' nervi, nell' attraversarli che fa la torrente elettrica, mentre compie il suo giro. Poichè, se nulla di simile produce allorchè nel suo cammino s' incontra nel solo e semplice nervo isolato da qualunque altra sostanza conduttrice, siccome avviene nell' esperimento poco fa riferito, come potrà poi ciò fare nell' animal vivo ed intero, nel qual caso non può la torrente immediatamente incontrarsi nel solo nervo, ma le conviene urtare prima nelle molte altre parti sì solide, che fluide, le quali naturalmente lo circondano, e per conseguenza disperdersi, e non poco indebolirsi? Lo stesso dicasi pure dell' altro esperimento riferito nella terza Memoria (pag. 361), in cui, rimanendo il nervo della rana artificialmente nascosto e sepolto nella coscia di un' altra rana, si hanno ciò non ostante, per mezzo dell' arco e delle armature, i muscolari movimenti, i quali, per le addotte ragioni, pare che non si possan ripetere da stimolo.

Che se nascono pure i moti muscolari nella gamba su cui si fa lo sperimento ultimamente descritto, allorchè buon tratto del di lei nervo poggia sopra il filo, come alcuna volta mi è occorso di vedere (V. pag. 286, 288, 339-340 ec.), questo si deve a mio parere ripetere da una specie di arco che formasi parte dal filo, sia di canapa, sia di metallo, e dalle armature, e parte dal tronco dell' animale preparato, a cui tali armature sono adattate, le estremità del qual arco dovendosi riconoscere nella porzione di filo che tocca il nervo, è chiaro che l' applicazione di esse, e quindi l' arco non può realmente aver luogo, se non se quando il filo tocchi in più

punti il nervo, come succede nel presente caso, e non mai quando lo tocchi in un punto solo, come si suppose nello stesso ricordato esperimento.

Avvalora di molto questo mio giudizio l' ottenersi le contrazioni egualmente, e fors' anche con maggior forza, se, in vece che buon tratto di nervo tocchi per disteso il filo, si curvi a bello studio il nervo stesso in forma d' arco, e si faccia in modo, che tocchi il filo soltanto in due punti, purchè alcun poco distanti tra di loro. Se nascessero, nel primo caso, le indicate contrazioni dal maggior numero di contatti del filo col nervo, per cui si determinasse una maggior copia d' elettricità a passare pel nervo, e ad irritarlo, unica strada per dare qualch' ombra di spiegazione al fenomeno nella teoria del chiarissimo Volta, come potrebbonsi poi tali contrazioni egualmente, anzi più gagliardamente eccitare, allorchè, in vece di molti e molti contatti, due soli ve ne avessero, come in quest' ultimo caso?

Ma a convincersi pienamente che tali contrazioni non nascono dallo stimolo della torrente elettrica posta in giro, ma bensì dalla forza dell' arco, basta il riflettere, per l' una parte, che elleno insorgono (siccome ho più volte osservato) anche in questo stesso caso, allorquando è spenta ogni facoltà di moversi nell' animale, la cui torrente si dirigeva contro il nervo, e, per l' altra parte, che elleno non di rado si ottengono anche solo poggiando destramente il detto nervo prima in un punto, poi in un altro dell' accennato filo, oppure dell' arco metallico adattato a qualunque altro corpo umido, o all' animale già reso immobile. Questi argomenti e questi esperimenti a me sembrano per certo affatto escludere la forza dello stimolo nella elettricità animale comune (*a*), e allo stesso

(*a*) Se davvero, come l' Autore ha inteso a stabilire in queste ultime esperienze, l' elettricità da lui nomata *animale comune*, non

tempo dimostrarci, che la facoltà, che ha pure quella speciale della Torpedine, di stimolare, forma un carattere proprio e singolare della medesima. Ma siatene Voi, siccome vi prego, dottissimo amico, il sicuro ed imparzial giudice.

Che se qualcuno volesse pure, per difendere ostinatamente una tal forza stimolante nella comune elettricità animale,

avvalorata, od avvalorata pur' anche dai metalli, non avesse avuta facoltà di eccitar moti ne' muscoli coll' agire sui soli loro nervi rispettivi, benchè ve li eccitasse, avvalorata però dai metalli, col ferirli immediatamente nella loro propria sostanza (il che ha luogo nelle esperienze precedenti a queste, eseguite sopra muscoletti e cuori di rane), le sarebbe mancato il precipuo carattere degli agenti stimolanti, posseduto intanto dall' elettricità *animale speciale* della Torpedine, e dall' ordinaria elettricità della macchina (come palesano altre esperienze superiori), quello cioè d' indurre i suddetti moti anche coll' intermezzo de' nervi, o per irritamento prodotto in questi soli. Gli argomenti sui quali il Galvani fonda la presente sua proposizione non gli poterono esser mandati buoni più, dopo che l' esistenza di un' elettricità estrinseca alla rana, nella maggior parte delle esperienze galvaniche, fu messa fuori di dubbio: ma prima, vale a dire, nel tempo in cui siffatti argomenti furono prodotti, chi non avrebbe dovuto convenire che si presentassero imponenti e persuasivi? Si ponderi bene che l' Autore confidava di aver già dimostrato, che le contrazioni che si hanno coll' applicazion dell' arco e delle armature, anco eterogenee, di metallo, o d' altre sostanze, ai *soli nervi* della rana, provenissero unicamente dall' elettricità propria di questa, snidata e messa in giro mercè quegli artifizi (pag. 339 ec., e Mem. III.); e si comprenderà che colla menzionata proposizione Ei doveva ritenere di dissipare tutti i dubbi mai possibili sull' opinion sua prefissa, che l' agente immediato delle commozioni de' muscoli, in tutte le galvaniche esperienze, fosse sempre l' elettricità animale, e quella proprio negli stessi muscoli commossi annidata (V. Rapp. nota (3) pag. 74 e seg.; Opusc. dell' Arco cond. pag. 274-275 nota (a)).

Ma si prescinda pure affatto dall' importanza di questi argomenti relativa al tempo in cui vennero alla luce, e relativa al sistema del Galvani; si tengano pure in non cale i comenti di Lui intorno le

ricorrere alla soverchia tenuità della torrente di un nervo di una rana, incapace perciò di produrre il conteso stimolo, io mi farei a chiedergli primieramente: come questa pretesa insufficienza di eccitare le contrazioni, per mezzo dello stimolo, s'accordi poi colle contrazioni che si eccitano pure costantemente nella rana, allorchè per mezzo dell' arco o metallico, o di pura

presenti esperienze: è perciò, che venga meno ogni importanza in esse, in queste estreme pagine dell' ultimo lavoro del Galvani? Non già: – *Opinionum commenta delet dies, naturae judicia confirmat* – . I *judicia naturae* della sentenza del romano oratore non ponno essere per noi che i fatti; or passiamo a questi. Si chieda un po' perchè non succedano contrazioni nella rana quando il suo nervo insista perpendicolarmente su quel filo di canapa, o anche di metallo, mentre succedono ogni qual volta ad esso nervo il filo faccia arco, o quello sia disteso longitudinalmente, ancor per una piccola porzion sua, sopra di questo? ed apparirà chiaro che se cotal dimanda fosse stata fatta, in considerazione delle presenti esperienze, 44 anni addietro, si sarebbero infallibilmente accelerate delle preziose scoperte elettro-fisiologiche moderne. Si guardi mo all' invenzione di comporre un circuito di due rane e muscoletti soltanto, coll' espresso scopo d' indirizzare la corrente dell' una contro il nervo dell' altra? al felicissimo pensiero di variare questo tentativo, coll' impiegare le rane or preparate ambedue di fresco, or una sola fresca, quella delle due che doveva essere la passiva, e l'altra ridotta a non dar più segni di muscolare eccitabilità — *neppure col presidio delle armature eterogenee e dell' arco metallico* — ? e si vedrà in ciò un bel letto, fatto altrettanti anni addietro agli studii analoghi de' nostri dì (Nobili Mem. ed Osserv. Vol. 1.° pag. 75, 151). E quando si considera che nel successivo tentativo furono ottenuti moti nella rana fresca, anche sostituito all' altra un pezzo di pelle umida, non si trova egli in questo qualche cosa di rilevante, non compreso forse ancora ne' qui rammentati studii? Se poi si fa ragione ai moti del tutto simili, in quanto che indotti da un arco *omogeneo*, sia umido, sia metallico, applicato al *solo nervo* della rana, i quali ci vengono garantiti da molte e svariate esperienze del Galvani (V. pag. 282 ec., 286 ec., 322 – 323, 339 – 340, 342 – 343), non nasce egli nell' animo il sospetto, che questa massima — *chiudendo il nervo* (della rana) *dentro un arco omogeneo*

sostanza animale, si pone in giro l' elettricità? Avvertirei poi per ultimo, di aver tentato l' esperimento con animali caldi, e molto più grandi di una rana, come polli d' India, e di avere diretta la loro torrente elettrica, nella maniera di già proposta, contro il solo e nudo nervo di una gamba d' una vivace rana, senza ottener mai in essa gamba il minimo moto,

non accade mai alcuna contrazione —, pronunziata da chi si fece maggior nome negli stessi rammentati studii (Nobili id. pag. 74), sia un suggerimento di teoria, anzichè un vero e reale risultamento d' esperienza? Nè a chi abbia data una scorsa a queste Opere, concedendo qualche attenzione alle suddette e somiglianti esperienze, nè a chi letto abbia pur solo gli avvertimenti in fine della presente Memoria potrà cader nell'animo un dubbio; cioè, che l' Autore possa essersi illuso, per non aver osservate tutte le singole cautele richieste in cotali delicatissime esperienze. Questo s' è potuto forse con ragione rimproverare a parecchi moderni esperimentatori sulla rana; non si potrebbe no, che con immenso torto, al Galvani, il quale (sia detto con pace di que' fisici ragguardevoli, o ragguardevolissimi, che, per non essersi curati di sapere meglio che per cerbottana le cose di Lui, hanno trascorso sino a farlo passare per poco men che da nulla nella scienza loro) in tali esperienze, come in molte altre di prima importanza, si addimostra maestro di color che sanno. Da tutti que' passi dell' *Opuscolo dell' Arco conduttore* col suo Supplemento, e delle presenti *Memorie*, che si riferiscono alle contrazioni ottenute senza metalli (alle quali Ei si rifugia tutte le volte che si trova premuto dai contrarii argomenti, sentendosi in esse, con ragione, fortissimo), si potrebbe comporre un cospicuo trattato sull' astruso argomento conosciuto ora sotto il titolo di —*corrente propria della rana* —, appetto del quale, cosa è mai l'unico esempio di contrazioni simili, che tutti si limitano a citare, nel discorrere delle primitive esperienze sull' argomento stesso, l' esempio cioè di quelle, che si hanno portando il muscolo della coscia, od il ginocchio contro il nervo corrispondente della rana, preparata alla galvanica? Questo speciale esperimento, propriamente questo che è il solo che a Lui venga attribuito dalla comune de' fisici e fisiologi, non si trova punto descritto, o messo innanzi da Lui: per certo fu a Lui noto, ma come uno degli esperimenti in proposito meno commendevoli (leggasi attentamente l' ultimo punto della pagina 287).

se non se alloraquando il filo, attraverso di cui rimaneva esso nervo, avesse fatto arco a questo medesimo nervo. Forsechè quella elettricità, che, condotta in giro pe' nervi, è bastevole a movere la gamba di un pollo indiano, non basterà a dar moto a quella di una piccolissima rana?

Attribuì il Volta lo stesso esperimento al dottor Valli (*). Il Cav. Aldini invece lo descrisse come suo alla pag. 12 dell' Op. – *Essai sur le Galvanisme* – (ediz. in 4.° dell' anno XII., 1804).

Intorno a questo scrittore siami conceduto, che, in riguardo del Galvani (la rinomanza del quale gli stette molto a cuore, e ne fu per altro ben rimeritato), io aggiunga alcune franche parole. Ne' varii tratti della sua Opera relativi alle contrazioni ottenute *senza intervento di metalli*, ma particolarmente in quello che s' incontra alle pag. 15 e 16, non è con sufficiente chiarezza e veridicità dinotato cui la scoperta di cotali contrazioni certamente si debba. Si vogliano di grazia riscontrare queste pagine con ciò che venne discorso nel Rapporto per ristabilire questo importantissimo punto della storia del Galvanismo, onorevolissimo pel suo fondatore, onorevole eziandio per l'Aldini (pag. 48-49, 72-73 nota (1), 94 e seg. not. (6); 279 not. (*a*) e 297 not. (b) delle presenti Op.). L' Aldini vi dice, tra l' altre cose: – *je crois que la physiologie doit au professeur Galvani* LES PREMIÈRES IDÉES *qui regardent l' excitation des convulsions musculaires sans les metaux* –: altro che le prime idee, la Fisiologia e la Fisica gli debbono su di ciò!!....: segue poi tosto – *je me propose de détailler dans mon histoire du Galvanisme ses travaux multipliés concernant cet objet* –. In quest' altra Opera si proponeva dunque l' Aldini di riparare all' inesattezza di questi suoi cenni, che naturalmente dovevano fare autorità, come in realtà fecero, presso molti scrittori massime francesi (Rappor.

(*) *V. Collez. dell' Op. del Volta T.* 2.°, *Par.* 1.ª *pag.* 241, 243, *nella Lettera terza al Vassalli del* 24 *Ottobre* 1795: *si parla di un tale esperimento come di cosa fresca, e posteriore agli esperimenti d' altra maniera, ma simili nell' effetto, descritti nell' Opuscolo dell'* Arco conduttore (*pag.* 244 *id.*). *Io non ho potuto ritrovare la Memoria del Valli dedicata a simili esperimenti, la quale sarà probabilmente la sua* — Lettera *XI.* sull' elettricità animale — *superiormente ricordata dall' Autor nostro* (*pag.* 314).

Ma io mi lusingo che si possa anche portar più oltre questo argomento di comparazione, replicando l'esperimento, siccome io mi propongo di fare, in animali tanto più grandi, come nel Bue, e nel Cavallo. Or' egli è tempo di por fine a questa Memoria, e di togliervi il tedio, che forse la lunga lettura della medesima vi avrà cagionato. Permettetemi solo che io avverta per ultimo, essere necessario, per accertarsi della verità del fatto, il tentare più volte, e colla maggiore diligenza ed oculatezza simili esperimenti; poichè sono essi così delicati, e tante sono le circostanze che si richiedono sì per parte dell'animale, che per parte dell'apparato, che facilmente si può torre allo sperimentatore l' opportunità di vedere quanto brama.

Una delle circostanze necessarie pel felice esito degli esperimenti si è, che il nervo, il quale si pone alla prova, stia sollevato in aria, e non poggi altrimenti, come già avvertimmo, sul sottoposto piano coibente. Egli è poi altresì dell' estrema importanza, che la porzione d' un tal piano, la quale resta

pag. 94-95 e 97); ma l' Opera non essendo mai apparsa (da quello almeno che io so), così cercai di supplirvi io, per ciò che riguarda simile riparazione, ne' luoghi del Rapporto a' quali ho testè diretti i lettori, e così ricordo loro qui, che autore dell' Opuscolo anonimo – *Dell' uso e dell' attività dell' arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli* – e suo *Supplemento*, è uno solo, il Galvani.

Ma non voglio, non debbo con questa nota por fine alle mie quali che sieno elucubrazioni sopra il Galvani, coscienziose però e cordialissime, senza professare altamente quanto mai l'Accademia nostra si tenga obbligata verso il predetto ch. prof. Aldini nipote suo, e pei MSS. di Lui che le volle lasciare in legato, e per il premio, in parte consecrato alla memoria di Lui stesso, che le lasciò da dispensare annualmente; il quale premio, in un coll' Istituto che l' Aldini medesimo, a sommo beneficio delle nostre Arti, fondò in Patria, porteranno condegnamente il nome suo all' eternità.

prof. Gherardi.

di sotto allo stesso nervo, sia bene asciutta e libera da ogni menoma umidità; altrimenti o non succederà il fenomeno, o succedendo, sarà molto dubbiosa ed incerta la cagione donde nasce. Una simile diligenza è necessaria in tutti gli esperimenti riferiti in queste poche Memorie, che ho l' onore di presentarvi, ed obbliga perciò l' accurato osservatore, fatto uno esperimento, di non tentare il secondo, senza prima avere scrupolosamente ripulito ed asciugato il piano sul quale si eseguiscono; mentre, nel moversi che fa l' animal preparato, per le svegliate contrazioni, non può a meno d' accadere che si mutino i di lui contatti col piano, e che restino quindi inumidite varie parti di questo, che prima dello esperimento non lo erano. Trattandosi di esperimenti molto delicati, e da rifarsi forse da persone non tanto atte allo sperimentare, quanto Voi, spero che avrete per iscusate le particularità con cui li ho esposti, e ne vedrete la necessità.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE VII. e VIII.

TAVOLA VII.

In cui si mostrano le più verisimili traccie che tiene l' animale elettricità nell' escire dai muscoli delle gambe, e nel ritornare ai medesimi, per obbedire, secondo le varie positure dell' arco e delle armature, alla legge del circolo, che descrive costantemente la predetta elettricità nei moti muscolari; legge che è la stessa non che nelle rane preparate, ma nelle viventi eziandio, e perfino negli animali a sangue caldo, e nell' uomo.

Fig. 1. H, I nervi sciatici. *n o r s t u* torrente elettrica della gamba M, e circolo che descive, ne' moti della medesima, essendo applicato l' arco colle armature al nervo sciatico I, ed ai corrispondenti muscoli della gamba G.

a b c e torrente elettrica della gamba G, e suo circolo, nella stessa posizione dell' arco e delle armature.

Fig. 2. I nervo sciatico. *a b c e* torrente elettrica, e suo circolo, applicato parimente l' arco colle armature alla stessa maniera; ma dimostrato tal circolo per maggior chiarezza nella sola gamba G.

Fig. 3. Il, I nervi sciatici. *n* o *r s t u* torrente elettrica, e suo circolo nella gamba M, applicato l' arco colle armature al solo nervo I.

a b c e torrente elettrica della gamba G, e suo circolo.

Fig. 4. *n* o *r s t u* torrente elettrica nella gamba M, e suo circolo, applicato l' arco colle armature alle estremità del nervo I tagliato.

a b c d e torrente elettrica della gamba G, e suo circolo.

TAVOLA VIII.

In cui si mostra lo stesso circolo in varie altre preparazioni dell' animale, e posizioni dell' arco e delle armature.

Fig. 5. *n o r s t u* circolo della torrente elettrica nella gamba M, essendo applicato l' arco colle armature ad ambidue i nervi sciatici H, I.

a b c d e circolo della torrente elettrica della gamba G.

Fig. 6. *n o r s t u* circolo della torrente elettrica nella gamba M, applicato l' arco colle armature agli stessi nervi sciatici H, I, ma recisi, e separati l' uno dall' altro.

a b c d e circolo della torrente elettrica nella gamba G.

Fig. 7. *n o r s t u* circolo della torrente elettrica nella coscia M, applicato l' arco colle armature ai soli nervi sciatici, come nella Figura 5., ma divise in oltre, e separate le coscie mediante il taglio.

a b c d t' e circolo della torrente elettrica nella gamba G.

Fig. 8. *n o r s u* circolo della torrente elettrica nella gamba M, essendo recisi i nervi sciatici, e l' arco e le armature applicati ai nervi crurali, o sia alla porzione degli stessi nervi sciatici sepolta naturalmente nelle coscie, ma scoperta solamente alcun poco mediante un piccol taglio.

a b c d e circolo della torrente elettrica nella gamba G.

DUE OPUSCOLI INEDITI

DISQUISITIONES ANATOMICAE

CIRCA

MEMBRANAM PITUITARIAM

DISQUISITIONES ANATOMICAE

CIRCA

MEMBRANAM PITUITARIAM

Academiae Instituti Bononiensis traditae undecimo Kalendas Martii
Anni MDCCLXVII (*)

Recedimus hoc anno, sodales optimi, nonnihil a more institutoque nostro, ut propius ad anatomen accedamus; neque id, ut opinamur, perperam. Quamquam enim luminis, atque utilitatis sit volatilium anatome, de qua elapso anno, nemo tamen inficiabitur longe utiliorem, praestantioremque esse anatomen corporis humani, imo, quae ab illa accepimus, ea ad hanc omnia esse referenda. Itaque dum contigerit nobis elapsis mensibus in membrana pituitaria humana nonnulla observare, in quibus aliquid non satis notum inesse videtur, tum speravimus vos aequi, bonique futuros esse, si aliquantulum deflecteremus a consuetudine nostra; quin imo, ea vobis accepta magis fore, atque jucundiora, quamquam ab anatome comparativa non omnino discessimus.

Quaerentes ergo papillas, et villos in membrana pituitaria, eam atramento aqua diluto maceravimus, ita ut nigredine partes infectae clarius paterent.

Acute igitur vitrea lente nigra membrana inspecta, obliquo praesertim lumine, illico corpuscula quaedam, praeter opinionem, ut viderem contigit, ad ejus superficiem prominentia, quorum haec erat dispositio, atque forma.

(*) V. Append. al Rapp. pag. 69.

Duplici aderant in loco crebra, ac multa; in anteriori, et cartilaginea septi parte prope basim (*a*), atque in anteriori extremitate ossis spongiosi inferioris (*b*). In septo horum corpusculorum acervus ab eo incipit loco, in quo reflexa cutis induit membranae pituitariae naturam (*c*); porriguntur illa sensim prope septi basim, ad illam usque foveam, quae termino opponitur spongiosi ossis inferioris, ubi luxuriant.

Quod vero attinet ad membranam caetera turbinata, superius nempe, atque medium, obvelantem, quae dictis aeque tuberculis obsita est, oportet animadvertere tubercula istiusmodi esse minora, ac tenuiora, et anterius potissimum. Feruntur deinde illa corpuscula ad anteriora nasi usque ad cartilagines, quae pinnas efformant, in quas, dum desinunt, uberiora apparent (*d*). In aliis autem locis hic illic etiam disseminata observantur, sed rara admodum sunt; non tamen alibi etiam esse posse confertiora negamus, non enim audemus affirmare, omnia industriae, diligentiaeque nostrae se obtulisse.

Formam vero habent non omnino eandem, alia enim oblongiuscula videntur, pleraque rotunda; rotunda sunt, quae in dicta septi fovea resident, oblongiuscula, quae prope septi anteriorem, exterioremque partem, illa majora, haec tenuiora, quorum nonnulla in racemos colliguntur.

In extremitate autem anteriori spongiosi ossis inferioris tenuiora sunt, humiliora, atque confertiora (*e*). In ea septi parte, de qua diximus, rete quoddam saepe intuetur, in cuius areis, aut illa continentur, aut circa eas ludere quodammodo videntur.

Hujusmodi rete etiam in superiori septi eminentia (*f*) quae supra foveam jam dictam est, haud raro nudis etiam oculis

(*a*) Tab. IX. Fig. 1. *a*.
(*b*) — eadem Fig. 2. *b*.
(*c*) — eadem Fig. 1. *c*.
(*d*) Tab. IX. Fig. 2. *d*.
(*e*) — eadem Fig. 2. *b*.
(*f*) — eadem Fig. 1. *e*.

conspicitur. Quamvis porro horum nobis corpusculorum forma, atque ordo suaderent, non casui, aut atramento ea deberi, sed existere natura, nihilominus ea sedulo in aliis cadaveribus perquisivimus, nulla ante membranae instituta praeparatione, sed muco duntaxat, quo universa perfunditur, leniter abraso. Obliquo autem lumine dicta loca lente vitrea inspicientes, aliquid iis simile adesse cognovimus, imo eadem ferme corpuscula vidimus, non tamen ita distincte ob eorundem pelluciditatem. Quin imo experientia praeterea didicimus, dicta tubercula nec maceratione frigidae, aut tepentis aquae, neque perfricatione, nec levi abrasione unquam deleri, atque vix, ac ne vix quidem immutari. Iuxta naturam ergo illa existunt.

Quid autem sunt? glandulae ne? villi? papillae? de hoc me ipsum percontatus sum; quod cum tenebris adhuc offusum intelligerem, in id omnes industriae nervos contendi.

Primo itaque in membrana pituitaria recenti, septo adhuc adhaerente, ea corpuscula cultro leniter comprimo, ut humor, si quem asservent, exprimatur, liquor tunc quidem e subjectis partibus effluit pellucidus, dilutior, et aqueus, sed incertum utrum ex dictis corpusculis emanet. Clare enim distinguere id haud potui, licet vitream lentem adhibuerim, propter eorundem corpusculorum tenuitatem, pelluciditatemque; tum et quia nimis membrana humesceret. Corpuscula quidem post pressionem facta sunt tenuiora, atque aliquantulum depressa.

Hinc membranam denuo atramento macero, quo saltem pelluciditatis obex avertatur. Facta postmodum pressione videor mihi humorem inde exprimi pellucidum, viscidiusculum, a muco dissimilem, quo tota narium cavitas oblinitur; sed anceps haereo an ex iis tuberculis, an ex aliis membranae partibus ille exsudet. Video etiam eodem tempore e porulis quibus natura pituitaria membrana scatet, quibusque ea tubercula interjiciuntur, mucum crassum albo-flavum exire. Sunt igitur dicta corpuscula dissimilia a glandulosis hujus muci fontibus.

Quibus peractis sejungere nonnulla eorum corpusculorum ab invicem cultro nitor, obtineo: integra corpuscula vitrea lente inspicio, nihil clarius observo: scindo, nequicquam cavitatem aliquam subobscure intueri mihi videor. Maceratione utor, praeterea tum leniter cultri, aut acus acie illa persequor, videntur interius in membranae substantiam inseri, fierique tenuiora; id dum praesto in plurima vascula incurro, quae aut in illa tubercula, aut prope, ad superficiem membranae pituitariae desinere videntur. Sunt haec vascula crassiuscula, cylindracea, atque retis more distributa juxta membranae superficiem.

Ad horizontem deinde membranam caute incido; extimam ejus partem sectam, tenuem eam quidem ut pelluceat, supra vitrum duco, atque vitrea lente adverso lumine inspicio; aliqua ex dictis corpusculis radicem veluti ostendunt, quae in membranae substantiam inserta videtur.

Haec vero omnia clarius observantur, si vitrum, in quo secta membranae pars expansa fuit, ad perpendiculum conspiciatur, foramen tamen, ut cavitas nulla, hoc mihi artificio innotescere potuit.

Haec de septi tuberculis. Eadem ne de tuberculis extremitatis anterioris magni ossis turbinati? vasorum rete similiter adest. Reliqua non satis observare potui; analogia tamen id forte suaderet. Illud equidem non sine voluptate, vitrea lente adhibita, deteximus in membrana pituitaria, quo maxillares sinus sepit, atramento tincta majora quaedam hic illic disseminata tubercula adesse, in quorum medio patens aderat foramen peculiari anulo circumdata, siphunculorum more, qui mucum in cavitatem intestinorum effundunt.

Id quidem, quod sciam, a nemine observatum fuit, cum hactenus praestantiores anatomici negaverint in narium sinubus porulos, glandulasve haberi.

In illa corpuscula praeterea tanquam ad commune receptaculum bina, pluraque interdum vasa, veluti rivuli, confluere

videntur, iis omnino similia, quae, retis in modum, membranae superficiem, ut diximus, in septo reptant, imo saepe ea vasa in orbem circa haec corpuscula inflexa, novum veluti anulum efformant primo penitus adhaerentem; utrum vero foraminulis iis aptus respondeat tubulus, an simplex receptaculum, nondum satis in homine cognovimus.

Itaque ut quantum per nos fieri posset ea in spe proficeremus, opus, diligentiamque omnem ad bruta contulimus, a quorum sectionibus tantum in humani corporis fabrica lumen semper effulsit.

Atque primum in bove ea querimus, quod majores habeat, evidentioresque partes. Itaque repurgata bovis recenter mactati pituitaria membrana, atque eo septi loco inspecta, quo humana, plura quaedam visu jucunda observavimus; idque aptissime propter subatrum pigmentum, quo ibi membranam colorat Natura. Ad anteriorem igitur septi partem, potissimum vero superiorem plura puncta alba crebre aderant; post haec innumera alia puncta nigra in strias veluti quasdam distributa, striae vero per membranam ad certum usque spatium diffundebantur, atque arbusculam referebant. Ubi membranae nigredo, ibi desinebant puncta illa, et striae.

Haec nudis oculis. Lente autem vitrea praedicta membranae parte perlustrata, prodeunt plura puncta alba, atque nigra. In plerisque autem punctis albis, punctulum nigrum circa medium adest, seu verius orificium nigredine tinctum, reliqua vero nigra puncta corpuscula quaedam prominentia sunt, quae subobscure perforata, in medio apparent.

Inter interstitia vero punctorum, quae alba diximus, contextus quidem apparet retiformis, atque etiam hic, illic cribriformis; cribriformis autem reperitur potissimum in nonnullis locis, inter strias jam dictas. Ibi enim parva innumera foraminula interdum visenda se praebent.

Sed illud pulcherrimum, plerumque vasculosi retis aliquos

truncos recta juxta singulas strias ferri, atque circa earundem nigra corpuscula anulum efformare, seu nodulum, quo devinciri eadem corpuscula videntur.

In aliis vero locis anulus ille vasculosus iisdem arcte non adhaeret, sed ramusculum unum, vel alterum in eadem mittit. Praeterea adjecto anulo propagines nonnullae externae oriuntur; longe vero plures ab ea trunci parte, quae intra eadem corpuscula recta excurrit.

Caeterum saepius rete, ejusque trunci interrupti videntur, id autem fortasse, quia color ille deficiat, qui secundum naturam membranae inhaerens efficit, ut tenuissimae etiam ejusdem partes conspiciantur.

Iam vero dum digitis, aut cultro urgeo, ea corpuscula a foramine, quod in medio habent, vi expressus, atque coactus effluit humor densior, pellucidus, viscidulus, colore, atque consistentia a crassioris membranae pituitariae muco dissimilis. Exprimitur quoque eodem in loco copiosior aqueus liquor ab adjacentibus membranae partibus.

Haec ferme observantur in intima quoque, anteriorique alarum superficie. Atramento membranam postmodum inficio, fiunt hoc artificio ea corpuscula prominentiora, forma membranae pituitariae humanae corpusculis similia, atque in eorum medio apertius foramen ostendunt, neque ibi deficiunt, quo diximus, sed in strias ordinata nonnihil longius feruntur.

Praeter ea crassiora tubercula, alia etiam tenuiora iis intercepta observantur, quae maxime ad anteriorem extremitatem turbinati ossis inferioris se se prodeunt, neque crassioribus illis permixta.

Atque haec quidem ea sunt, quae de exteriori horum corpusculorum forma, vitrea lente, instituta observatio explanavit. Variis deinde sectionibus membranam in bobus recenter mactatis nullo artificio paratam incidimus prope ea nigra corpuscula, quae sponte prodeunt. Videmus autem, lente vitrea

adhibita, porulo, qui in eorum centro scatet, tubulum respondere, qui membranae substantiam permeat.

Hos autem tubulos variam tenere viam perspeximus, alios rectam, obliquam alios, horizontalem ferme nonnullos. Colore praeterea subnigro per aliquod spatium refertos esse; eo demum se exuere, quo versus subjectas glandulas properant: in quas glandulas, assequi nondum potuimus, utrum Natura inseruerit, an in majora vasa.

Reliqua vero minora corpuscula, de quibus jam diximus, ea extrema tubulorum sint nec ne, cum pelluceant, difficile quidem est, ut detegatur. Sed antequam a bovum pituitaria membrana sermo discedat, animadvertere lubet, in parte narium externa multos porulos nudis quoque oculis conspici, qui humorem pellucidum, et viscidulum excitant, quo illae partes in iis, ut in caeteris quadrupedibus madidae semper, ac illinitae servantur.

Seta autem leporina in unum ex dictis foraminulis immissa, tum dissectis integumentis juxta eorum crassitiem, istaec in tubulum permeavit, qui colore, et forma similis erat tubulis membranae pituitariae jam dictis. Haec omnia in membrana bovis pituitaria.

Age vero praeter boves in aliis quoque animalibus eadem perquisivimus, in canibus, leporibus, atque, ne a volatilibus recederemus, in noctuis etiam, ac vulture. In singulis autem visi nobis sumus similia corpuscula inspexisse. Erant quidem illa longe tenuiora, neque in canibus, atque in vulture, licet canis inter quadrupeda, vultur inter volatilia olfactu excellat, aut plura numero, aut corpore majora erant relate saltem ad animalium corpora. In cane quidem in cute intra nares flexa, atque secundum naturam increscente confertissima conspiciuntur, a quibus haud absimilis humor, ac in bobus exprimitur. Sed de analogia jam satis, pauca nunc de partium hactenus descriptarum usu, idque primo in bobus. Ex dictis itaque

colligitur, mea quidem sententia, in bobus prominentiora ea corpuscula rotunda, perforata, extrema tubulorum esse, seu tot eorundem capita. Hos autem tubulos humorem in narium cavitatem effundere tenuem, pellucidum, viscidulum, quo partes anteriores narium, quippe quae aeri maxime obnoxiae, molles, lubricae, atque illinitae perpetuo servarentur, quo munere haud apte forte fungi poterat mucus ille crassus, ac densus, qui universam membranam pituitariam contegit, atque obducit.

Idem ergo ne est usus minoribus etiam aliis corpusculis, licet poruli in iisdem lateant? nondum constat; nihil affirmare audeo.

Idem saltem foraminulis illis minoribus striis interceptis usus? sin ille, qui tandem? ignotum mihi adhuc utrumque.

At plexus ille retiformis cuinam bono a natura contextus? obscurum adhuc, cum tamen retis trunci, aut arctissime orificia tubulorum in orbem amplexentur, aut ramos eisdem mittant; eorum causa illum conditum suspicor, an ut aqueum humorem illis derivet, quo mucus magis diluatur? difficilis conjectura; nec is sum qui assequi valeam solertis Naturae consilia. Quid vero tandem de tuberculis in homine observatis? sunt ne et ipsa tubulorum extrema, seu capita ad eundem usum fabrefacta? nondum nobis res plane constat: fortasse condita sunt, ut humorem peculiaris naturae ad narium cavitatem derivent.

Illum quidem animadvertimus, ea neque ad glandulas, neque ad villos aut papillas ab auctoribus hactenus descriptas esse referenda, nam glandulae illae intra membranae substantiam, et sub eandem collocantur, haec vero tubercula in ejusdem superficie consistunt; Illae majores colorem habent ad subflavum nonnihil vergentem, haec minora pellucent, atque id generis alia. Ad villos autem, et papillas quod attinet, illa tenuissima sunt filamenta per universam membranam diffusa,

neque nisi post macerationem in puriori aqua saepe innovata conspicienda, haec crassiuscula, rotunda certis dumtaxat locis haerentia, atque nulla praevia maceratione prodeunt uno infecta atramento.

Celeberrimus quidem Morgagnus in suis Commentariis ad Anatomen Mangeti ea attigisse videtur, dum inquirit se non negare confertissimis quasi tuberculis obsitam esse membranam pituitariam prope, et supra pilos, quibus narium aditus instructi sunt, idque potissimum lumine obliquo observari, sed cum ipse ea referat ad mucosas glandulas intra membranae substantiam sedem habentes, eamque longe a pilis confertissima, ut diximus, sint tubercula a nobis descripta, hinc vel ab iis haec esse dissimilia opinamur, vel si eadem sint, nobis metipsis laetamur, tanti viri inventa auxisse nonnihil, et illustrasse.

Verum ad ea demum tubercula quod spectat, quae in narium maxillaribus sinubus adesse diximus, extra dubium est ea visciduli humoris esse fontes, nam pressa illum emittunt.

Atque hae sunt Sodales praeclarissimi observationes, quas de membrana pituitaria habebam vobis ut referrem, quibus quamquam auctoritas deesse minime possit a nonnullis enim ex vobis sollertissimis anatomicis, atque observatoribus accuratissimis iterum me flagitantem habitae sunt; nihilominus multa iisdem deficere intelligo, inter quae multa alia, ut praeteream injectiones profecto quibus illustrari valde res posset. Verum quod gravioribus nunc studiis detenti haud potuimus, id otium aliquando nacti perficiemus. Vos interim haec, qua soletis humanitate, excipite.

FIGURARUM EXPLICATIO

TABULA IX.

Fig. 1.

Septum narium ostendit a membrana pituitaria obvelatum, atque a sinistra facie perspectum.

a. Corpuscula in anteriori parte prope basim sita.
c. Corpusculorum acervus, qui eo incipit loco, quo cutis se se producit ad interiora, et membranae pituitariae naturam adipiscitur.
e. Corpuscula in superiore septi eminentia sita, quae etiam nudis oculis se se offerunt.

Fig. 2.

Paries externus sinistrae narium cavitatis a membrana pituitaria obtectus, qui faciei septi fig. 1. erat obversus.

b. Corpuscula in extremitate anteriore ossis spongiosi inferioris.
d. Corpusculorum continuatio usque ad cartilaginem pinnam respondentis lateris efformantem, quo in loco corpuscula istiusmodi uberiora apparent.

DE

CONSENSU ET DIFFERENTIIS

INTER RESPIRATIONEM ET FLAMMAM

PENICILLUMQUE ELECTRICUM

PRODIENS EX ACUMINATO CONDUCTORE LEYDENSIS PHIALAE

DE INDUSTRIA ONERATAE

DE

CONSENSU ET DIFFERENTIIS

INTER RESPIRATIONEM ET FLAMMAM, PENICILLUMQUE ELECTRICUM
PRODIENS EX ACUMINATO CONDUCTORE LEYDENSIS
PHIALAE DE INDUSTRIA ONERATAE (*).

Summum esse inter respirationem, et flammam consensum ignorat nemo; hujusmodi autem consensus effectus potissimum respicit, quos aer in illis, illae in aere praestant. Nam aer, ut ad flammae, ita ad respirationis integritatem, perennitatemque est necessarius; quo purior et copiosior, eo melius et diutius, ut flammam, ita et respirationem alit, et servat; extrinsecis vero principiis certa copia, et ratione onustus, et inquinatus, seu, quod idem est, mephiticus redditus flammam non secus ac respirationem extinguit; hoc ipsum infortunii genus, quemadmodum ab animali, sic a flamma haud difficile avertitur, si aut libero aeri illa restituantur, aut corruptus, in quo perierant, aer certis, variisque praesidiis repurgetur.

Porro ut flamma ita et respiratio aerem inficit, redditque ad sui sustentationem, et vitam ineptum, atque acido, phlogisto, aqueisque vaporibus maxime pervertit.

Tanta porro inter flammam et respirationem similitudo de agente principio utrique communi physicos semper in suspicionem adduxit.

(*) Dissert. letta all' Accad. intorno al 1783, V. Rapp. pag. 23-24.

At quodnam illud esset eosdem non sine magno, et physicae rei, et animalis aeconomiae detrimento adhuc latet. Quis enim negare posset quin maximum lumen, si illud tandem principium compertum fuisset, maximaque utilitas utrique foret accessura?

Perquirentibus autem nobis nonnulla de electricitate, casu et fortuna phoenomenon occurrit, quod ad idem principium aliquando detegendum, et viam aperire aliquam, et vestra animadversione haud indignum visum est.

Phoenomenon est hjusmodi: luminosum electricum penicillum sponte prodiens ex acuminato conductore Leydensis phialae, in obscuro loco positae, fluido electrico primo de industria oneratae, nec dissimiles vicissitudines ab aere patitur, nec dissimiles in aere edit effectus, nec dissimilibus mediis extinguitur, ac flamma, et respiratio, ut magna propterea inter haec et principia, a quibus emanant, similitudo intercedere videatur.

Sed rem omnem, ut a nobis experiundo visa atque pertractata est, paucis referam. Phialam Leydensem, e cujus acuminato conductore lucidum penicillum ob collectam electricitatem erumpebat, sub vitreo recipiente tenebris de industria factis colloco; continuo penicillum evanescit, omneque lumen extinguitur. Mihi phoenomeni non tantum novitatem, quam cum flamma et respiratione consensum admiranti cupido incedit in hunc consensum, in hanc inter flammam, respirationem, et penicillum electricum analogiam diligentius inquirere, atque primo aeris in penicillum vires facultatesque.

Quid igitur diversis recipientibus, diversaeque magnitudinis adhibitis in hujusmodi penicillo seu flamma electrica contingit in primis exploro; periculo facto, comperio, ut flammae, et animalis, sic penicilli vires, ac vitam recipientis magnitudini haud parum respondere; ita ut plerumque, et majus, et alacrius penicillum sit in magno recipiente, secus in parvo, in illo diutius vivat, in hoc continuo pereat.

Foramen in recipiente aperio, per quod aeri pateat aditus, ejus vita saepe longior, et vita cum flammae, tum animalis, eodem adhibito artificio, longior esse consuevit. Extincto penicillo phialam e recipiente aufero, in aperto colloco aere; ut flamma, atque animal, sic illud sponte reviviscit, et suo splendore ac forma iterum micat. Quin ut animal ac flamma, sic illud ubi sponte et natura nequit reviviscere, diversis artificiis ad vitam quasi, ut infra dicemus, potest revocari. Haec de atmosphaerici aeris in nostro penicillo effectibus.

Quid mephiticus possit inde perquiro: non secus ac flamma atque animal, electricum penicillum illico ferme extinguitur, cujuscumque fuerit recipiens magnitudinis; et quod mirum sane est, in atmosphaericum aerem restitutum, ut in flamma mephitico aere extincta contingit, saepe etiam in animali, neque reviviscit quocumque adhibito artificio, neque ullum aut vix ullum praebet electricitatis inditium; quemadmodum flamma simili de causa extincta, aut nullum, aut vix ullum relinquit lucis, combustionisque vestigium. Mephitici autem aeres, quibus usi fuimus, fuerunt aer phlogisticatus cum ex candelae flamma, tum ex fossilium carbonum alitibus, fixus item seu aer acidus.

Hisce cognitis perspectisque nihil magis in nobis fuit, quam explorare quid nostro penicillo in Boyleano vacuo contingeret.

Experimento instituto, adhibitaqne clarissimi Canterzanii nostri non dicam opera, quamvis perhumaniter eam nobis praebuit, sed auctoritate potius, atque consilio, haec in penicillo conspicienda occurrunt. Ejus scilicet radii primum sensim, sensimque, prout aer educitur, numero et copia imminuuntur, longitudine augentur, fiunt deinde incerti, inconstantes, interrupti, irregulares, evanescunt tandem omnes, atque penicillum, non secus ac flamma, in simili recipiente clausa, extinguitur, citius quidem haec, serius illud. Extincto autem in Boyleano vacuo penicillo, tria intra Leydensem phialam, e cujus conductore illud erumpit, conspicienda se praebent, quae novum, neque injucundum sane spectaculum exhibent.

Primo scilicet, intus phiala exiguis incertisque veluti fulgoribus aliis alios insequentibus micare identidem videtur, fere ut noctu aestivis interdum ardoribus coelum non sine admiratione coruscare observamus: secundo, pars superior ejusdem phialae, quae pelvis instar erat cava, et conductor, qua parte extra phialam eminebat, nitidissima interdum luce fulgebant, brevi quidem atque erranti in hoc, veluti diuturna ac constanti in ea: tertio, dum aer recipienti, intra quod est phiala, redditur, nebula ad superiorem cavitatis phialae partem mira luce splendens apparet, quae phialae parietes lambendo statim sub lucida ignearum guttularum forma decidit. Non secus ac solaribus radiis in nebulam humiliora telluris loca circumfundentem impingentibus, eamdem ipsi dissipare, et in aqueas guttas rare phialae instar compingere, et praecipitare videntur.

Haec adnotavimus non eo quod ad eam, de qua agimus, similitudinem quidquam conducant, sed quod alicujus forte utilitatis ac commodi physicis esse poterunt ad similium meteorarum causam explicationemque detegendam. Sed hoc physici videant.

Haec vicissitudinum, quas ex aere cum flamma et respiratio, tum electricum penicillum subeunt, similitudo. Nunc ad effectuum, seu mutationum, quas singula in aere pariunt similitudinem. Ut flamma et animal aerem, intra quem inclusa aliquo tempore vivunt, phlogisto maxime inficiunt, redduntque non sibi ipsis modo, sed aliis flammis, aliisque animalibus infensum, atque lethalem, et mox extinguuntur, ita et penicillum electricum. Quo enim in aere ad certum temporis spatium electricum unius Leydensis phialae penicillum primo vixerat, tum perierat, in eo simile alterum penicillum inclusum longe citius interire solebat; experimentoque saepius repetito, nedum electricum ipsum penicillum in eodem aere *electrizzato*, ut ita dicam, sed neque vulgaris flamma, vel nullo tempore vivit, vel non eo certe, quo antea consueverat; inditium, fuisse aerem illum phlogisto valide infectum.

Sed ad mediorum, quibus cum flamma, tum penicillum extinguuntur, analogiam me confero, in qua quidem hoc unum mihi ob temporum angustias licuit et experiri et observare; quod scilicet ut flamma, sic penicillum electricum uno vel altero afflatu continuo extinguatur, si languidum fuerit, aliis atque aliis, si alacre vegetumque.

Hic phoenomenorum inter luminosum electricum penicillum, et flammam, ac respirationem consensus. Non est tamen reticendum, nonnulla in eodem penicillo discrimina prodiisse, quae quidem sunt diligenter animadvertenda. Fieri enim vix, ac ne vix quidem potest, quin absque accurata cum similium, tum dissimilium effectuum cognitione vera causarum natura innotescat.

Discrimina autem, quae inter igneam et electricam flammam intercedunt, praeter illa, quae spectant ad diversitatem substantiarum, e quibus utraeque emanant, alia ad media, quibus utraque reviviscit, alia ad effectus, quos utraque in aere gignit, sunt potissimum referenda. Media quibus ab extincto veluti penicillo electrico excitatur flamma, duo potissimum esse comperimus, eaque omnino peculiaria; approximatio nempe corporis sive deferentis, sive, quod sane mirum, cohibentis, quamvis hoc remissius agat, ad acuminatum phialae conductorem, ubi eadem phiala libero aeri pateret; ubi vero intra recipiens vitreum occluderetur, contactus ejusdem recipientis ad certam a conductore distantiam porro, e penicilli regione, vel, quod mirabilius, unus etiam ad idem recipiens accessus corporis vel deferentis, vel cohibentis. Singulis enim hisce mediis extinctum luminosum penicillum ad vitam quasi restituebatur.

Haec mediorum discrimina.

Ad effectuum vero in aere inductorum diversitatem quod attinet, flamma, et respiratio, ut omnes norunt, id maxime praestant, ut nedum phlogisto, sed vaporibus variis, et acido principio eundem inficiant: quorum duo postrema non edit electricum

penicillum. Differentia vero recensita earumdem dissimilitudinum quidem aliqua est, non naturae, si quid judico, sed modificationis, ob aliquam forte initam cum aliis diversisque principiis societatem.

Verum in praedictorum electrici penicilli phoenomenorum causas diligentius inquiramus, quas si cognoverimus, facilius tunc forte, minori certo cum errandi periculo, conjicere erit, utrum eaedem, vel parum dissimiles causae expositis quoque respirationis, et flammae phoenomenis gignendis fuerint nec ne accommodatae.

Phoenomena igitur penicilli electrici, iis similia, quae cum in flamma, tum in respiratione contingunt, huc demum referuntur, ut scilicet penicillum in aperto aere jugiter alacriterque vivat, languide et parum in clauso, eoque languidius et brevius, quo angustiori illud spatio coercetur, in mephitico autem nulla prorsus ratione, sicuti in vacuo.

Cum itaque penicilli existentia, forma, ac vita pendeant a collecta electricitate per conductoris cuspidem certa ratione, copia, vi, ac densitate exeunte, se seque in orbem radiorumque more diffundente, ideo forte vivit in libero aere penicillum, quod nihil in illo offendat, quod sui exitum intercludat, inveniat vero quod eumdem promoveat. Quae enim in liberi aeris conductrices partes reperiuntur, eae ita et distributae, et copiosae esse videntur, ut novam semper electricitatem, certaque ratione, certoque ordine e conductoris cuspide valeant excipere ac vehere: quae vero in clauso aere continentur, eae, numero longe minores quam in libero aere, non possunt nisi certam electrici fluidi copiam e phiala recipere; aliam enim ob aequilibrii, forte etiam saturationis leges nequeunt. Hinc quo numero minores, quo recipiens minus, eo minorem valent inclusae phialae electricitatem ferre, penicillumque propterea electricum citius extinguetur.

Hinc forte idem penicillum etsi in aperto aere collocatum,

si tamen in electrica conductoris electricae machinae atmosphaera consulto immergatur, ne insurgit quidem, ut constanter vidimus, sed ejus loco punctum dumtaxat lucidum in apice conductoris nostrae phialae apparet; enascitur vero statim ac phiala extra eamdem defertur atmosphaeram.

Illae vero eaedem conductrices partes cum in vacuo sensim decrescant, tandem penitus deficiant, nil mirum, si penicillum in eo langueat primo, tandem intereat.

Quod si nostra phiala in mephitico concludatur aere, quoniam talis plerumque hic est ob admixtum, uberiusque nimis vel acidum, vel phlogistum, vel alia deferentia principia, sic et magnum, et inordinatum deferentium particularum agmen ejusdem phialae deferentem cuspidem circumambiet, quod et omnem penitus, et nullo ordine phialae electricitatem hauriet, obruetque, ut sub penicilli speciem nequeat prodire, non secus ac frustra idem penicillum, et in aperto aere, et in clauso desideratur, si humidis ille fuerit vaporosisque particulis onustus et infectus.

Hac fere ratione recensita phoenomena electrici penicilli explicari posse videntur, quam haud absimilem esse intelligitis, Sodales Doctissimi, ab ea, qua similia cum flammae tum respirationis phoenomena Physici, ac Physiologi explicare consueverunt.

Hac autem, et effectuum, et causarum agendi ratione cognita, perspectaque similitudine inter electricam flammam atque igneam, respirationemque, facile oriri suspicio potest, commune singulis principium unum idemque esse electricum fluidum, purius quidem ac simplicius in electrico penicillo, oleosis, crassioribusque acidis principiis in flamma, tenuioribus, aqueis, acidisque particulis in respiratione conjunctum, ex quarum particularum, earumque diversarum connubio diversitates illae emanant, quae cum in materie, tum in certis proprietatibus affectionibusque inter flammam, et respirationem, penicillumque

electricum prodeunt. Quam suspicionem recentiorum inventa adaugere videntur, quibus compertum est in evaporatione, in combustione una cum evolutis, elatisque principiis vehi, ac dissipari electricum fluidum, ut propterea superstites substantiae electricitatis, ut ajunt, negativae haud dubia afferant signa.

Quae quidem suspicio si propius ad veritatem accederet, si vero res ita se haberet, qui esset naturalis atque atmosphaericae electricitatis in respirationem influxus, quod ejusdem artificialis forte in eadem praesidium, atque adjumentum? At suscepta experiundi ratio longius est promovenda, comparanda respirationis ratio cum electricitatis atmosphaericae viribus, immutationibusque; artificialis electricitatis vires in eamdem respirationem sunt experiundae ac tentandae, idque in animalibus et in vacuo Boyleano, et in pleno non communicante collocatis.

Sed rem tempus absolvet, atque perficiet. Neque certe ipse eam inchoatam dumtaxat et rudem huc attulissem, coram maxime amplissimo eodem doctissimo Principe, nisi cognita atque perspecta mihi esset cum ejus, tum vestra, Sodales Doctissimi, humanitas, vester in scientias amor, quo fit, ut vel levia et adumbrata, si summa et utilia respiciant, perhumaniter excipiatis.

Sed jam tempus est, ut Sacchettum disserentem audiatis; ille enim, ut sua industria, suoque ingenio, et qua in nos est benevolentia, lubens nobis in experiundo haud parum levavit, sic nitido suo elegantique sermone, rudis nostri atque incompti omnem vobis molestiam absterget, animumque valde recreabit.

FRAMMENTI INEDITI

FRAMMENTI INEDITI

I.°

Il fascicolo H del Plico V.°, che nel Rapporto (pag. 35 *e seg.) si mostrò essere forse il più notevole trai MSS. tutti del Galvani, incomincia appuntino a questo modo:*

═ Die 30 Octobris 1786 ═

═ Tanta nostrarum ranarum sensibilitas ad atmosphaericam electricitatem animum addidit, ut iisdem non procellosam tantum, sed et mitem et diurnam tentaremus, non desperantes, fore ut hujusmodi electrometro animali vel eamdem quasi metiri, ut suo electroscopio Gardinius, vel nova de ejusdem in nervis facultate detegere possemus. Itaque minime recedendum putavimus a *ferriata*, in qua atmosphaericae electricitatis nubilosae signa haud dubia obtinuimus.

Ranas itaque consueto more paratas etc. ═, *e si continua col passo riportato alla pag.* 36 *del Rapporto.*

Si confronti questo esordio con l'esordio della Parte terza del Commentario (pag. 79 *delle Op.), e si prendano in considerazione il passo de' MSS. riportato alla pag.* 29-30 *del Rapporto, non che la relativa nota (h), il principio della pag.* 227 *dell' Opuscolo dell' arco conduttore, e l' ultimo punto della pag.* 237 *dello stesso Opuscolo, il penultimo punto della pag.* 302 *delle Memorie allo Spallanzani, e*

finalmente ciò che l' Autore deduce alla pag. 413 *delle stesse Memorie.*

II.°

Nello stesso fascicolo H, dopo la descrizione dell' esperimento rappresentato nella Fig. 11. *Tav. VI. del Commentario, e descritto alla pag.* 82 *di questo, esperimento nel quale la rana si tiene in mano per una gamba, mentre l' altra gamba e l' uncino infisso nello spinal midollo toccano un piatto d' argento, l' Autore deduce che senza una elettricità messa in circolo, ad ogni tratto che la gamba pendente viene a toccare il piatto, non si spiegherebbero le reiterate e quasi continue contrazioni della rana in tale esperimento, e tosto aggiunge:*

— Ast hujusmodi circuitus duplicem postulat contrariamque electricitatem, positivam scilicet, ut ajunt, atque negativam: reliquum erat igitur ut quae esset utriusque sedes diligenter exploraremus, utrum nempe in animali trunco, an in plano metallico. Inesse plano metallico commentitium omnino videbatur; nullo enim ex tot physicorum experimentis comprobatur, et si illi insideret, duplicem veluti polum, negativum unum, positivum alterum, in eodem plano, in eodem frustulo metallico admittere oporteret; quod etsi de Turmalina asserant physici, de nullo sane metallo constat; et si vere in aliquo forte existeret, difficile sane videtur existere in singulis. Consequens igitur esse videbatur duplicem hujusmodi electricitatem ad animalem truncum omnino pertinere . . . .
. . . . . . Video equidem eadem forte mortui animalis trunco posse opponi; verum, ut paulo altius innuimus, exempla non desunt animalium (torpedo eto.), in quibus certe et cumulentur, et evolvantur electricitates, et quidem contrariae: de nullo

autem ex metallis hactenus id constat. Inest praeterea musculis multum substantiae, quae gummosa cum sit, ita ad evolvendam, retinendam, instaurandam quasi sponte electricitatem, etsi partes deferentes plures interceptas habeat, apta esse potest, sicuti repetita contractionum instauratio, juxta experimenta, postulat; non secus ac in electrophoro analogis substantiis composito contingere videmus. Quod si verificatur, musculos electrophorum animale appellare quasi liceret. Tandem, ut caetera mittam, inter nervos et musculos summa (ut omnibus notum est) interest substantiae dissimilitudo, ut propterea abs re esse non videatur, dissimilem quoque inter eosdem esse electricitatem, secus ac in metallis, potissimum repurgatis, ut ea fuerunt quibus usi fuimus, quae uniformem, similemque substantiam omnibus in locis praebent; ut propterea longe verisimile videatur electricitatem, de qua quaerimus, quamque hactenus exposuimus, ad animale, non ad metallum pertinere = (V. *Commentario pag.* 84 ec.).

III.*

Nel medesimo Fascicolo H, dopo il notevolissimo passo riportato alla pag. 38-39 *del Rapporto, dimostrante il modo con cui il Galvani venne condotto alla scoperta della grande influenza, che ha sulle contrazioni l' eterogeneità de' due metalli formanti l' arco galvanico, si legge subito quello che segue:*

= Hoc autem etsi multum facere pro metallis videatur, quod variam scilicet, pro varia eorum natura, electricitatem contineant, animadvertimus tamen, et in Torpedine metallorum diversitatem ad electricam animalis explosionem promovendam vel cohibendam haud parum facere observatores comperiisse (V. *Memorie allo Spallanzani pag.* 370, *nota* (*a*)): ut re propterea

accuratius spectata, ea animalem potius, quam metallicam electricitatem commendet, atque confirmet. Age vero cum arcus metallicos ratum compertumque habuerimus commercium ponere inter utramque electricitatem, fluidique propterea electrici vel inertem promovere excursum, e quo tandem contractiones fiunt, quacumque demum ratione illae contingant, visum nobis fuit ad idem principium eas quoque contractiones referendas esse, quae ranis supra metallica plana suis cum uncinis collocatis, ut diximus, enascuntur: quod scilicet eadem plana vices conductoris arcus gerant, commerciumque aperiant inter binas contrarias electricitates, atque motus, mutationes, percussiones, quae requiruntur ad illas contractiones (ut inquimus) obtinendas, conditiones esse ac media necessaria, ut electricitates, quasi dicam, evolvantur, metallumque planum aggrediantur . . . . Hanc porro conjecturam, quod scilicet plana metallica idem ad contractiones nanciscendas praestent ac deferentes metallici arcus, atque pro istis haberi possint, hanc inquam conjecturam probare vel improbare judicio quidem nostro poterant duo plana metallica ab invicem sejuncta, in quorum uno spinalis medulla cum addito uncinulo suisque nervis posita esset, musculi in altero. Si enim ut per arcum, ita per planum metallicum excurrat electricitas, nulli debuissent suscitari motus ex compressione, vel mutatione situs uncinuli, vel alio ex dictis modis, quibus in metallico plano excitari consueverant; plana enim disjuncta veluti interruptus arcus sunt; secus vero, si alia ratione metallicum planum agat. At planis sic dispositis, saepiusque iunovato periculo numquam musculi in contractiones inciderunt, statim vero planis conjunctis sive ex eodem, sive ex dissimili metallo forent ipsa confecta: agere itaque videntur plana ut arcus etc.—

Si metta a confronto questo III.° Frammento col Commentario alle pagine 82, 83, 94 *ec., e con molti luoghi dell' Opuscolo dell' Arco conduttore, ma specialmente alla pag.* 165.

IV.*

In un altro luogo più avanti dello stesso Fascicolo l' Autore rende conto di varie esperienze comprovanti la somma influenza dell' umidità, che investe le parti della rana, sul fenomeno delle contrazioni succedenti all' apposizione dell' arco, e tra queste esperienze si distingue quella di una striscia d' acqua distesa sopra un asciutto piano di vetro sulla quale posi da un capo la spinal midolla dell' animale, e dall' altro capo una delle estremità di un arco eterogeneo, l' altra estremità del quale sia poi portata a toccare le zampe dello stesso animale (V. Opusc. dell' arco conduttore pag. 191 ec.); *poscia l' Autore stesso aggiunge:*

— At superiora experimenta humidam nervorum substantiam iter praebere electricitati affluenti a loco contactus aut motus alterius extremitatis arcus cum spinali medulla ad musculos nos monebant. In eaque opinione autem nos confirmabant moleculae metallicae, argenteae aliae, aliae aureae casu super nervos lapsae eisque adhaerentes, et vana atque libera in nervis interstitia relinquentes: earum enim causa factum fuit, ut iisdem motibus, iisdemque contactibus arcus cum canali vertebrali longe vehementiores essent musculorum contractiones; quod aliunde explicari non posse videtur, nisi a liberiore et promptiore per nervorum superficiem earum molecularum aspersione itinere, quod vero tale esse nequiret nisi simul per loca a moleculis vacua electricitas animalis transiret, adeoque nisi per humidam quoque nervorum superficiem excitatae electricitati pateret aditus.

Cui etiam illud accedit, quod arcu conductore, uno extremo canali vertebrali, altero uni crurali nervo ante ejus in crus ingressum applicito, contractiones in respondente crure,

etsi minores quam si alterum arcus extremum musculis apponatur, obtinentur: quod intelligi sane nequit nisi electricitas animalis per nerveam substantiam a nervis exeat, per extrinsecam vero humiditatem ad musculos restituatur. Idem quoque phoenomenon contingit, si eidem nervo jam crus permeato, et prope ejusdem cruris extremum a musculis separato, et extra eosdem deducto arcus extremum alterum applicetur: tunc quoque scilicet in contractiones musculi femoris adiguntur ec =.

Si confronti la prima parte di questo importante Frammento con ciò che il Galvani produsse nella Quarta parte del Commentario intorno a simile soggetto (pag. 92, 96-97, 113-114*); cogli stessi luoghi del Commentario, ed inoltre col primo e secondo paragrafo della pag.* 88 *del medesimo si paragoni la seconda parte del Frammento: si scorgerà tosto quanto abbia nuociuto alla fama di Lui, che Egli non si sia approfittato, nell' ordinare alla stampa quella memoranda Opera, di tutti e integri i materiali, che in tanta copia e con tanta industria ne aveva da varii anni preparati* (V. Rapp. pag. 34, 39 *ec.*)*. Intanto se Egli vi avesse riportato nella sua integrità il secondo punto del presente Frammento, o forse non avrebbe avuto bisogno di protestare, come fa nella seconda Memoria allo Spallanzani, di avere Egli pel primo veduto e rimarcato il fenomeno delle contrazioni che avvengono coll' applicare l' arco al solo nervo (pag.* 339 *), o avrebbe ivi potuto citare con maggiore asseveranza il suo Commentario; e così il Volta nel parlare delle esperienze di Lui non avrebbe potuto in alcuna guisa asserire* = Je ne sais s' il en a fait d' autres, mais celles dont il nous rend compte dans son ouvrage sont renfermées dans un cercle trop étroit; il s' agit toujours de découvrir et isoler les nerfs, et d' établir une communication de corps conducteurs de l' électricité, entre ces nerfs et les muscles qui en dépendent . . . . . En variant les expériences de ce genre de

plusieurs manières, j'ai fait voir, que ni l'une ni l'autre de ces conditions, savoir de découvrir et isoler les nerfs, et de toucher simultanément ceux-ci et les muscles, pour procurer la prétendue décharge, sont absolument nécessaires = (V. *Prima Lettera a Tib. Cavallo scritta in Settembre del* 1792, *Collez. delle Opere del Volta Tom.* 2.° *Par.* 1.ª *pag.* 135-136). *L' impegno assuntosi dal Galvani di provare che in tutti i casi di contrazioni accadeva un simile di ciò, che dal Volta si chiama qui* — la prétendue décharge — *non ebbe certamente poca parte a fargli presentare di sfuggita, o soltanto di lato, nella sua prima produzione sull' elettricità animale, alcune importanti esperienze da Lui benissimo eseguite, variate, e meditate, ma non troppo confacenti al caso suo. Per altro al Volta in quell' incontro sfuggiva di netto il senso chiaro chiarissimo di alcuni passi del Commentario* (V. *in particolare i due paragrafi maggiori della pag.* 88, *ma principalmente il secondo, e le prime linee della pag.* 101), *ed il senso ancora del penultimo paragrafo della Lettera del Galvani al Carminati* (V. pag. 151); *tali sensi toglievano affatto il dubbio che il Galvani non avesse osservate contrazioni, o eseguite esperienze che mercè il solo modo d' applicazione dell' arco all' animale descritto dal Volta in quel suo passo: perocchè da essi appariva evidentemente che l' Autore non aveva mancato di fare e di comunicare esperienze, nelle quali l' arco veniva applicato ai soli nervi, od ai soli muscoli (ed anche senza che quelli fossero stati prima separati ed isolati da questi), quantunque le esperienze maggiormente da esso Lui distinte e per numero, e per chiarezza di descrizione, e per teoretiche illustrazioni fossero quelle, nelle quali l' arco si portava a contatto simultaneamente dei nervi e dei muscoli. Ciascuno applicherà queste nostre considerazioni al seguente Frammento (e massime all' ultimo punto della prima parte di esso), il quale togliamo*

d'intorno a quel luogo dello stesso Fascicolo H del Plico V.° donde abbiam tratto il precedente.

V.°

= Ast vero tanta in metallis multiplicique eorum natura ad determinandam electricitatis animalis actionem facultas in eam nos opinionem adduxit, quod aut musculi, aut nervi, aut spinalis medulla, aut cerebrum, aut singula metallica folia si cum simplici, tum duplici substantia obducerentur, contractiones arcu adhibito longe vehementiores futuras esse, leviorique de causa excitari (*V. Comment. pag.* 96 ec.).

Captis hinc periculis, haec prodierunt: argentea folia uno obducto crure, arcu ex uno metallo confecto adhibito, contractiones majores fuerunt; majores adhuc obducto vertebrali canali aut cranio aliqua parte dissectis, ut lamina vel ad immediatum, vel ad proximum contactum aut cum spinali medulla, aut cum cerebro veniret; omnium maximae obductis quoque nervis. Vertebrali autem canali aut cranio obducto illud praeterea occurrit, quod contractiones nullo arcu, sed contactu corporis deferentis, motu, percussione plani vitrei in quo erat rana, non secus ac fieri diximus (*V. Frammento III.°, e Comment. pag.* 94 ec.) in planis metallicis, excitarentur; excitarenturque arcu conductore vel simplici, vel composito adhibito: obductis vero una cum spinali medulla et nervis, et musculis contractiones vel levi contactu et motu, ut diximus, non tantum excitabantur, sed semel excitatae sponte pluries et pluries iterabantur, potissimum vero si aliquod diversi generis ab argento metallum argenteae foliae apponeretur. Sed illud praeterea etiam peculiare prodibat, ut saepe contractiones orirentur arcu conductore non solum a nervis ad musculos, sed etiam a musculis unius cruris ad musculos alterius ducto etc. =.

Ad appalesare quanto il Galvani ponesse d' industria a confermare le sue esperienze, a variarle, ed a ponderarle può cadere opportuno il seguente passo del medesimo Fascicolo, che per relazione di soggetto sta bene unito con quello che precede.

= Hactenus pericula foliis, planis, arcubus metallicis cum simplicibus tum compositis, sepositis uncinulis, capta, cuncta supra canalem vertebralem, adeoque medulla spinali osseo *astuccio* inclusa, fuerunt instituta; nulla in nuda spinali, nulla in nudo cerebro. Experimento autem facto, atque arcu cum simplici, tum duplici ex metallo adhibito, ejusque extremo uno nudae spinali, nudove cerebro applicito, altero musculis, nulli fiebant in musculis motus: vero cum illa, tum isto argentea folia, aut diversi generis metallo obductis, summi fiebant, atque etiamsi una arcus pars (semiarcus) una manu, altera altera manu tenerentur, rebusque sic dispositis, una arcus pars musculis, exempli gratia, altera nervis applicaretur; argumentum, brachia experimentatoris arcus partem conficere, perque ea animalem ferri electricitatem. Hi tamen erant phoenomeni quodammodo limites; nam si unus aut alter experimentator accederet primo, qui jam una manu semiarcum metallicum tenet, eoque tangit animal, manuque liberam primi manum apprehenderet, altera semiarcum alterum teneret, eoque vel nervos, si primus musculos, vel musculos si ipse primus nervos tangeret, aut nulli, aut vix sensibiles motus in extremis tantum pedum animalis digitis contingebant (*V. fig.* 21. *Tab. VI. del Comment.*). Illud praeterea nudata spinali medulla, et argentea folia tecta eveniebat, ut si eadem folia hi vel illi musculi obducerentur, atque arcus vel simplex vel compositus altero sui extremo ad eandem musculi plagam supra eandem foliam apponeretur, nullae orirentur contractiones; bene vero si alia plaga et supra nudam substantiam muscularem =.

In quest' ultimo punto ravviserassi una di quelle esperienze,

che non sono rimarcate molto distintamente nel Commentario (si consulti però la pag. 87 *); la si vedrà bene circostanziata in parecchi luoghi delle susseguenti produzioni dell' Autore, ma particolarmente nella pag.* 376 *delle Memorie allo Spallanzani (V. anche pag.* 66 *dell' Append. al Rapp.). Ma del Fascicolo H del plico V.° bastino i riportati Frammenti.*

VI.

Si accennò nel Rapporto (pag. 43 *) che il Fascicolo B del Plico IX.° de' MSS. galvaniani comprendeva principalmente l'assunto della Parte terza del Commentario, come il Fascicolo H del Plico V.°, dal quale abbiamo estratti i precedenti Frammenti, però con una particolare maniera di esposizione. Or è da quest' altro Fascicolo che vogliamo cavare i consecutivi Frammenti, prima di passare ai quali gioverà rammentare che questo scritto porta in fronte la data* 16 *Agosto* 1787, così — Die 16 Augusti 1787, Beatae Mariae Virgini Assumptae —, *e che esso, anche più dell' analogo precitato, si estende pure all' obbietto della Parte quarta del Commentario, parendo che l' Autore di questo dapprima si fosse proposto di non dividerlo che in tre parti. L' esordio di questo Fascicolo è dunque il seguente.*

— Cum in musculari contractione plura nobis contigerit, ut monuimus, phoenomena observare, quae ad electricam naturam omnino pertinerent, nulla extrinseca neque artificiali, neque atmosphaerica adhibita electricitate, factum hinc est, ut in eadem contractione vim agere inferremus animali omnino naturalem atque intrinsecam, quae ad electricam vim esset omnino referenda, quamque propterea naturalem atque animalem electricitatem placuit appellare etc. —.

VII.°

Nello stesso Fascicolo trovasi una carta volante che accenna la massima parte delle varie materie, che nel medesimo sono trattate, e noi ne riportiamo qui per intero il contenuto, nella stessa forma con cui è disteso originalmente:

1. Artificia quibus excitatur (*electricitas animalis*).
2. Media quibus propagatur.
3. Media qnibus augetur.
   Leges
4. Proprietates commnnes cum nota electricitàte.
5. Proprietates pecnliares.
6. Quando, et quomodo agat.
7. Conjecturae.
8. Deficiens concussio.
9. Duplex turmalinae electricitas absque concussione.
10. Analogia electricitatis animalis cum electricitate turmalinae.
11. An nervis positiva, negativa musculis insit electricitas; an variare et mutari possit: primum incertum, alterum haud inverosimile

VIII.°

Intorno al 3.° punto del precedente indice, in un foglio non numerato del medesimo Fascicolo leggesi come appresso:

Media, quae electricitatem nerveo-muscularem adaugent, alia naturalia sunt, alia artificialia; naturalia quaedam intra animalia existunt, quaedam extra: extrinseca sunt aestiva tempestas, procellosum coelum fulgura atque tonitrua aut minans,

aut ejaculans; intrinseca autem sunt, ut par est, animalis robur ac vis, atque in primis exigua vel nulla sanguinis copia in dissectorum animalium paratis musculis —.

Si consulti a questo riguardo il Commentario sul fine della prima e terza parte (pag. 75 e 98), non che alla pag. 87, ed il principio della pag. 312 della Memoria prima allo Spallanzani.

IX.*

Non molto lungi dal principio dell' anzidetto Fascicolo, il Galvani, dopo avere riferite le principali esperienze, che lo hanno condotto ad attribuire senza esitanza le osservate contrazioni ad un' elettricità, e ad immaginare che questa elettricità sia nell' animale, e risieda forse nella sostanza muscolare, continua così:

— Duo itaque requiruntur ut ejusmodi electricitate contractiones musculares per externa artificia obtineantur, alterum ut ea ad nervos determinetur, alterum ut deferens extet inter nervos et respondentes musculos, quod commercium inter electricitatem ad nervos determinatam, et musculorum electricitatem ponere queat: quo enim momento temporis hoc fit, eodem et contractiones oriuntur. Ita si aptus metallicus arcus duplici, exempli gratia, metallo constructus, ferro puta et aere *argentato*, uno extremo primum nervis, altero mox respondentibus musculis applicetur, vel contra, eodem ipso momento temporis, quo secundum extremum tangit musculos, vel nervos, prout primum extremum his aut illis fuerit applicitum, continuo contractiones contingunt. Hoc sane contingere per electricitatem nequit nisi ablatum aequilibrium fuerit inter electricitatem, quae nervos, et electricitatem, quae musculos occupet. Videtur enim hoc contractionum phoenomenon ab excursu et impulsu

electrici fluidi per nervos ortum ducere, quacumque demum ratione illud contingat (V. *il Frammento III.°*); ast talis, tantusque excursus locum non videtur habere nisi in aequilibrii restitutione: fas igitur est, ut aequilibrium fuisset antea sublatum: ergo ut alia electricitas musculos, alia nervos teneat: ergo ut negativa una, positiva altera vel natura in dictis partibus reperiatur, vel contactu et artificiis ex tempore fiat. Quod sane haud obscure confirmari videtur summa quae inest analogia inter modum et arcus artificium quo, cum in nostris animalibus a musculis ad nervos, vel contra, tum in quadrato magico, vel Leydensi phiala ab una superficie ad alteram electricum fluidum ad vehementem excursum determinatur; quas quidem superficies physicorum nemo ignorat contraria ratione electricas esse, alteram nempe positive, ut ajunt, alteram negative. Huic etiam ex analogia desumpto argumento pro duplici hujusmodi, eaque contraria electricitate haud leve aliud accedit a diversa cum substantiae, tum structurae qualitate petitum, quae inter nervos et musculos reperitur. E qui le prove di queste differenze = (*sono queste ultime le proprie parole del MSS., dopo le quali seguono nel medesimo due facciate bianche, e nella terza si continua col Frammento che mettiamo qui appresso*).

Chiunque dia una scorsa al Commentario s' accorgerà in quanti luoghi di questo l' Autore abbia sparse le idee del presente Frammento: noi ci limiteremo a citare la pag. 110 *della nostra Edizione.*

X.°

Tutti ammireranno con noi quest' ultimo Frammento, tolto dallo stesso Fascicolo B del Plico IX.° de' MSS. del Galvani, massime se lo paragoneranno coi due cenni che si hanno sull' argomento principale di esso nel Commentario (V. pag. 85 *e* 102 *); un tale argomento si è quello posto sotto i numeri* 9., 10. *del Frammento VII.° (V. anche la prima parte del Frammento II.°).*

— Ast novum non est, duplicem hanc electricitatem in animalibus reperiri: Torpedo, Anguilla Surinamii, aliaque frigida animalia eam suis concussionibus, experimentisque a physicis de iis captis abunde comprobant. Quod si in nostris animalibus concussio deficit, non idcirco est duplex exposita electricitas deneganda; est quidem concussio alterum ex signis duplicis contrariaeque electricitatis, non unicum; quemadmodum vel deficiens, vel vix sensibilis electrica scintilla in iis animalibus concussionem electricam, illam quidem vehementem, non tollunt (V. *la seconda parte del Frammento* II.°, *e pag.* 107-108 *del Comment., pag.* 232 *dell' Opusc. dell' arco conduttore*, *e* 387-388 *delle Mem. a Spallanzani*). Multa sunt de electrico fluido, ejusque combinationibus, effectuumque inde orta varietate, mira atque adhuc ignota, quae ad ejus naturam intimam rite atque sollicite investigandam, non negandam ducere nos debent. Certe in Turmalina, atque in aliis duris lapidibus utraque adest electricitas, negativa et positiva, quae indubia prodit signa, etsi nullam efficiat concussionem.

Jam quidem cum Turmalini lapidis electricitate, quoad situm et distributionem partium proprietatesque, haud parum

nostra consentit electricitas. Duplex enim in illo lapide substantia observatur, pellucida una atque rubicundior, opaca altera atque pallescens; haec postrema in striis est disposita, altera ad harum striarum latera insidet: ita in musculis ignorat nemo nervos inter fibrarum muscularium strata excurrere; has sanguine vacuas pellucere, opacos esse nervos. In Turmalina duplicis electricitatis polos in eadem opaca linea positi videntur: idem in musculis, in eadem scilicet nervorum directione. In Turmalina duplex electricitas non in integro dumtaxat lapide, sed in quovis ejus fragmento: ita et in musculis non in iis dumtaxat integris, sed in quavis eorum parte duplex extat allata electricitas. Si enim nervi in suo musculo jam derivati laminula stamni obducantur, et arcus extremum unum nervo, armaturae loco, alterum musculari substantiae apponatur, continuo contractiones insurgunt; insurgunt item si portio integri musculi armetur, et ejusdem arcus extremum unum portioni armatae, alterum liberae applicetur (V. *la prima parte del Frammento V.°*), vel eo potentius si arcus exiguus ille, qui est ad illud arcus extremum (1), ita dirigatur ut ejus pars limbo *stagnolae*, altera contiguae musculari substantiae adigatur (V. *Frammenti* IV.° e V.°, *Comm. pag.* 88, *Lettera al Carminati pag.* 151, *e pag.* 184 ec. *dell' Opuscolo dell' arco conduttore*): id quod non in integro tantum musculo, sed in qualibet ejus parte recenter secta ab animali aut vivo, aut recentissime mactato, ut propterea musculi haud inepte referri queant ad Turmalinum lapidem, cujus strata opaca, in quibus electricitates extant, extra lapidem eminerent, elongarentque. In Turmalina praeterea electricitates saepe cum

(1) *Alcuni degli archi che impiegava il Galvani, quelli specialmente formati di filo metallico sottile, portavano ai capi estremi de' piccoli archetti dello stesso filo saldativi per lo mezzo, od erano ad uno de' capi ripiegati ad archetto.*

sponte, tum nonnullis adhibitis artificiis (ut videre est apud Tiberium Cavallum), immutantur, ut quae nunc positiva erat, mox negativa evadat, et secus: idem evenire in nostris musculis non levis esse potest suspicio, siquidem plerumque evenit, ut contractiones sint fortiores arcu a musculis ad nervos, interdum vero ab his ad illos ducto, atque haud raro, ubi una ex dictis arcus directionibus adhibita, vel languent, vel deficiunt contractiones, alia usurpata reviviscere et instaurari videntur; quae sane contractionum differentiae atque dissimilitudines haud leve inferunt immutatae, atque ferme dixerim contrariatae electricitatis argumentum. Idem sane experiuntur saepe saepe in suis periculis physici, ut scilicet electricitas, exempli gratia, positiva cum ad certum tempus certasque vices perdurarit, in negativam tandem abeat, ut certos propterea limites singulae electricitati posuisse natura videatur, ad quos cum pervenerit, immutetur, et contrarietur fas est.

Ast haec de ejus natura proposuisse nunc sufficiat; reliqua, quae ad eandem pertinent, clarius innotescent, postquam haud pauca de artificiis quibus excitatur, mediis, quibus propagatur, augetur, imminuitur, atque legibus multo magis, quibus ejus actio circumscribitur, attulerimus.

Ma dei molti Frammenti, che da questi e dagli altri Autografi galvaniani avremmo potuto prendere, sieno abbastanza gli esposti —. Quanto, al solo scorrerli, quanto decade e quanto si mostra precipitato e gravoso il giudizio, fatto

ormai comune, secondo il quale l' Autore sarebbesi appigliato con leggerezza al sistema suo dell' elettricità animale!! Ne fu Egli, sì, preoccupato; ma lo fu, di qui si riconosca (a piena conferma di ciò che l' esame delle Opere da Lui pubblicate manifesta), lo fu da spirito elevato e coscienzioso. Non pretese Egli già, al pari di certi mediocri, i quali s' incontrano nel riandare la storia de' nostri studii, ed ai quali si tentò assomigliarlo, non pretese che la novità, l' arditezza, la speciosa utilità del concepimento suo, aiutate da ingegno, bastassero per esporlo all' universalità dei dotti, e per farlo abbracciare: ah! se si fosse acquetato soltanto a ciò, quanto prima non avrebbe divulgato esso concepimento! (V. Rapp. pag. 19 ec., *pag.* 102 ec.); *ma volle innanzi tutto acquistarne Egli stesso intera convinzione, e allora soltanto pubblicarlo, come lo avesse munito d' un cospicuo corredo di prove sperimentali (state seme d' immenso tesoro alla scienza!), non che di acutissime induzioni e teoriche illustrazioni: e queste, oltre il racchiuso vero, che pur oggi vi traluce, come mai furono proprie ad eccitare, ad infiammare, a rivolgere tutte menti ad una scoperta, che segnalò per sempre una delle più gloriose epoche della Fisica e della Fisiologia! Chi ha in non cale, anzi chi non riconosce tutta la utilità dell' impulso cui qui volemmo alludere, e non ne onora la più vicina e verace cagione, mostra d' ignorare, o d' obbliare la via più ordinaria per cui l' umano intelletto si conduce e si lascia condurre alle maggiori scoperte, ed a coltivarle con ardore; mostra poi di non conoscere affatto la storia di questa particolare scoperta (V. Rapp. pag.* 83 *ec., Lettera del Carminati al Galvani pag.* 135 *ec. delle Opere*).

Certo alla vista pur solo delle presenti esercitazioni meditate e distese dal Galvani i quattro e cinque anni prima della comparsa del Commentario nella solitudine del

suo gabinetto, quando niuno al mondo, senza averlo saputo da Lui stesso, intraveder poteva il grande obbietto delle medesime, quando i semi del Galvanismo, *come rettamente pronunziò un dotto,* erano impercettibili (1), *chi non si formerà del bolognese Fisiologo il concetto dell' uom grande, chi non vorrà vederlo reintegrato nella più solida parte della primiera gloria? Sta ai fisici e fisiologi italiani il compiere innanzi agli altri questa riparazione, reclamata forse dalla pratica Filosofia (la quale in tutti i tempi, per opera di spiriti della tempera del Galvani, vide dischiuse e popolate le nuove ed ampie strade del vero), non meno che dalla giustizia; ma stava all' Istituto di Bologna il somministrarne gli argomenti e darne il primo esempio.*

Noi nutriamo fiducia che all' esame di questo Volume si converrà universalmente, che se i progressi della scoperta galvanica non potevano essere affidati meglio che all' ingegno esperimentale di un Volta, i primordii della medesima meglio non potevan esserlo che all' ingegno speculativo di un Galvani; e teniam per fermo che l' Italia debba onorarsi d' aver posseduto in essi non un solo, ma due grandi uomini, i cui genii non uniformi essendosi per ventura reciprocamente sovvenuti, dal loro felicissimo concorso s' abbia a riconoscere il maggiore, il più fecondo prodotto delle moderne fisiche discipline.

Prof. Gherardi

(1) *V. Ant. Gius. Testa, Discorso inaugurale alla Cattedra di Medicina Clinica intitolato* – Dell' insegnamento della Medicina Clinica nel principio del secolo XIX – §. *VIII, p. XI* (*Bologna* 1804). *Col ripetere e confermare questo detto dell' illustre Clinico di Bologna non si vuol intendere che gl' indicati semi allora assolutamente mancassero: ne esistevano anzi, ma non furono riconosciuti che più o meno tempo dopo la comparsa del Commentario del Galvani, alla*

scoperta del quale ed alle successive, dipendenti da essa, vennero poi applicati variamente, secondo il talento di quegli eruditi, i quali, frugando in Opere vecchie a rinvenirvi fatti aventi qualche relazione coi fatti fondamentali del Galvanismo, ritrovarono, o stimarono ritrovare in essi gl' indicati semi; ma tutto fa credere che tali semi, senza cotale scoperta, sarebbonsi giaciuti inosservati ed infruttuosi. Se ne vuole una patentissima prova? Secondo il ch. professore sign. Duméril, uno de' più evidenti e percettibili di questi semi, poichè si tratterebbe niente meno che di contrazioni eccitate in un muscolo di rana mercè l' applicazione di un arco metallico eterogeneo, ritroverebbesi puntualmente descritto, con rappresentazione ancora di figura, nella – Biblia Naturae – *dello Swammerdam, Opera cospicua, composta prima della fine del secolo XVII., ma non pubblicata che dopo la morte del suo infelice autore verso la metà del secolo consecutivo, pregiata e consultata sempre dai dotti anatomici e naturalisti* (*V. Op. cit. Tom.* 2.° *pag.* 849-850, *Tav.* 49 *Fig.* 8 *della Edizione di Leida in-foglio*): *a noi veramente non pare già che la cosa sia poi tanto evidente, e perfettamente indicata, come asserisce il sign. Duméril: ma sia pure come egli vuole: e quando la preziosità in discorso è ella stata avvertita? ieri l' altro soltanto! dal signor Duméril medesimo, dopo i grossi e numerosi volumi che più non bastano a capire il Galvanismo e il Voltaismo!! Dietro ciò non può certamente alcuno pensare che l' osservazione dello Swammerdamio fosse per se realmente un seme* percettibile *di Galvanismo; ma molto meno lo potrà pensare, secondo noi, consultando l' intero passo originale della* – Biblia Naturae –, *che contiene l' osservazione stessa, e non appagandosi di stare a quello che ne riporta il sign. Duméril* (*V.* – Annales des Sciences naturelles par MM. Audouin et Milne Edwards – *pag.* 73-74 *del Tomo* 13.° *della* 2.ª *Serie* Février 1840).

INDICE

DELLE VARIE MATERIE COMPRESE NELLA PRESENTE

EDIZIONE.

Note al Rapporto

OPERE EDITE

Note al Commentario.

Note al Trattato dell' arco conduttore ed al Supplemento.

OPUSCOLI INEDITI.

FRAMMENTI INEDITI

INDICE ALFABETICO (*)

(I numeri preceduti immediatamente da *R.* indicano le pagine del Rapporto, gli altri quelle delle Opere)

A

(*) L'estensione data all'Indice precedente, per la parte delle Opere del Galvani che riguarda l'elettricità animale, o, diremo meglio, il Galvanismo, ci ha persuasi di limitare il presente, per la parte medesima, quasi al solo articolo *Contrazioni muscolari*.

B

C

durante un temporale *R.* 33 - 34. — Le muscolari contrazioni sono sicure e cospicue, all' estrazione della scintilla dal conduttore della macchina, se la rana prossima a questo sia munita di conduttore ai nervi, od ai muscoli 65, 67 : — sono massime se il conduttore comunichi col suolo 65, 66, 67: — *maggiormente promosse dalla presenza del solo conduttore dei nervi*, che da quella del solo conduttore de' muscoli 67, 68 (1): — *più forti, col primo conduttore, se termini ai nervi*, di quello che se sia prolungato fino ai muscoli 75: — forti e pronte se quei nervi della rana (o di altri animali, anche a sangue caldo), ai quali si applica il conduttore, siano bene staccati e separati dalle contigue parti nel luogo di tale applicazione 74, 75. — Le... della rana, che si hanno armandone di *stagnola soltanto i nervi, o la spina, od il cervello*, e poscia portando l' arco metallico (di rame inargentato) sopra l' armatura ed una parte muscolare dell' animale, sono più forti delle ... che ottengonsi se si applichi l' armatura di *stagnola soltanto a questa parte*, e molto più se a questa insieme ed a qualcuna delle suddette parti 86-87. — Accadono più sicure, coll' arco omogeneo, *se questo venga portato da prima sui muscoli*, e poscia sui nervi, di quello che se si operi in senso opposto 163, 169 - 170. — *Non appariscono affatto, o mostransi deboli, con l' arco* e *le armature eterogenee, se, tra queste armature, quella d' oro, o d' argento, o di ottone sia applicata ai nervi*, e *quella di stagno, o di zinco ai muscoli*, mentre appariscono cospicuamente se la disposizione delle une e delle altre armature sia opposta alla predetta, o se le prime siano collocate inferiormente alle seconde sopra dell' animale *R.* 66-67, 175, 228, 229, 295. — *Più forti manifestansi nell' arto il di cui nervo sia armato di stagno o di zinco, che nell' arto il di cui nervo sia armato d' argento o d' oro*, nel portar l' arco sulle opposte armature *R.* 66. — Le... ottenute per mezzo dell' arco sono grandemente suscitate da' mutamenti nei contatti tra le parti di esso, o tra queste parti e l' animale 79, 83, 94-95, 108, 161, 165-166

(1) V' è stato alcun fisico, il quale, prima o dopo della famosa *Memoria sopra la scossa* ec. del Marianini, abbia riflettuto, a gloria del Galvani e nell' interesse della Scienza, che in simili esperienze elettro-fisiologiche più ordinarie la corrente positiva del contraccolpo elettrico (colpo di ritorno) invaderà la rana nel senso delle ramificazioni nervose, se ad essa rana sia applicato *il solo conduttore dei nervi*, e che invece la invaderà nel senso opposto, se alla medesima sia applicato *il solo conduttore de' muscoli?* Vedranno i fisici che l' influenza, che ha sulle contrazioni il senso secondo il quale la rana è percorsa dalla corrente elettrica, apparisce pure in varie delle seguenti sperienze.

(2) Il prof. Bellingeri, nella Memoria citata alla pag. 252 (in nota), attribuisce al Volta l' esperimento delle contrazioni della rana per mezzo del *solo arco acqueo*.

(3) Nel Rapporto (pag. 5) avvertimmo che questo pregevolissimo *Supplemento* non aveva la data di sua pubblicazione, però asserimmo che era uscito di certo nello stesso anno 1794 in cui venne alla luce il relativo *Trattato*. Poscia nella nota (*a*) della pag. 279 manifestammo uno scrupolo che su di ciò e' era venuto nel leggere un passo dell' Aldini. Ma siamo ora lieti di poter levare ogni dubbietà su quel nostro primo asserto. Mentre disponevamo per la stampa questo Indice ci occorse di vedere il seguente passo di una *Lettera sul fluido elettrico animale* contenuta nel secondo tomo dell' edizione di Macerata delle Opere sull' Elettricismo del Padre Beccaria (edizione del 1793-94, pochissimo conosciuta, quantunque posteriore alle ediz. di questo Aut. citate dai fisici e dai biografi), dal quale passo ciascuno potrà dedurre che il *Supplemento* in discorso uscì realmente nel 1794, ed anche qualche mese prima di quello che noi pensassimo nel darne il suddetto cenno del Rapporto: « *Meritano fra questi* (Opuscoli sull' elettricità animale) *una distinta ponderazione il primo Commentario del Galvani*; *tutte le Memorie del Volta* . . . . . ; *il dotto libro intitolato* dell' uso e dell' attività dell' arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli col di lui supplemento *che fu stampato mesi sono* ec. » (V. Opere e Tom. cit. pag. 81 della terza Parte *contenente le Aggiunte degli editori*); la Lettera è in data di *Ancona* 22 *Novembre* 1794, e sottoscritta L. P. (abate Lodovico Patuzzi). — Troppo importava per l' onore del Galvani, ed anche per la storia della Scienza, il fissare la data della prima pubblicazione di sì prezioso componimento, perchè dovessimo astenerci di apporre qui la presente nota soltanto pel timore che essa, qui, potesse sembrare fuori di luogo.

F

G

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

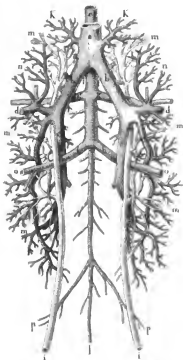
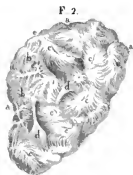
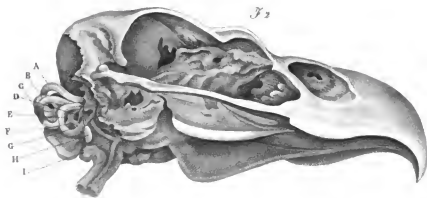
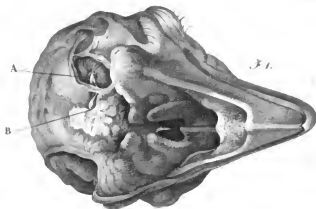
Opere pag.	lin.	ERRATA	CORRIGE
36	8-9	persimiles	persimilem
64	13	contigebant	contingebant
73	25	machinae	machina
84	32	aliquam	aliqua
90	33	aluntur	aluuntur
442	26-27	foramen peculiari	foramen, peculiari

IMPRIMATUR

F. Petrus Caj. Feletti O. P. S. T. Mag. Imp. G. S. O.

IMPRIMATUR

Joseph. Passaponti P. V. Gen.

Tab: I.

Tab: II.

C. Bettini del.

Lit. Bettini.

Tab. III.

C Bettini del

Lit Bettini

Tab: IV.
F. 1
A
D
B
C
E
F
F. 2.
B
A
C
F. 3.
A
E
B
F
D
C
F
F. 4
E
D
C
F
B
A
F. 5
F
G
B.
E
A
D
C. Bettini del.
Lit. Bettini

Tab: V.

F. 14

K

F. 17

F

G

F. 21

E

C Bottini del

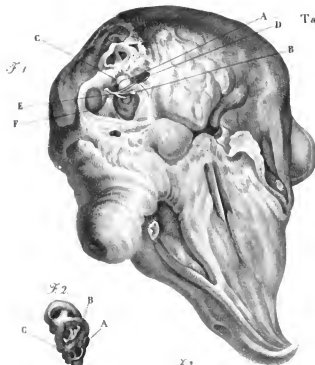
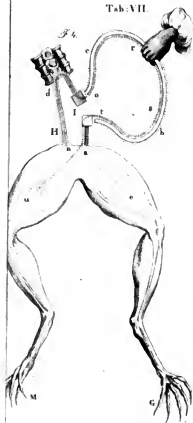
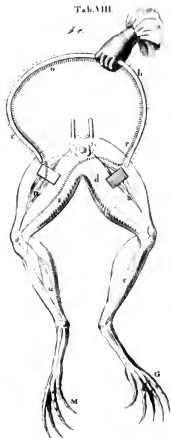
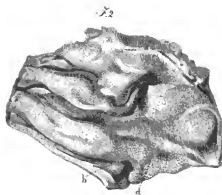
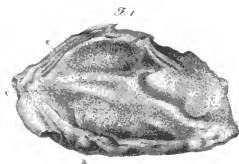
Lit. Bottini

Tab: VII.

Lit. Bettini

Tab.VIII
o
h
c
r
d
M
G
Lit Bellini

F. 1

F. 2

C. Bettini del.

Lit. Bettini

AGGIUNTA

ALLA COLLEZIONE DELLE OPERE

DEL

PROF. LUIGI GALVANI

PUBBLICATA DALL' ACCADEMIA DELLE SCIENZE DELL' ISTITUTO

DI BOLOGNA

OSSERVAZIONI INTORNO AD UN ARTICOLO

DEL CHIARISSIMO SIGNOR PROFESSORE G. GRIMELLI

SULLA COLLEZIONE GALVANIANA

PUBBLICATA DALL' ACCADEMIA DELLE SCIENZE DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

E NUOVE NOTIZIE SUL GALVANI

ILLUSTRAZIONI E DIFESE DELLE OPERE SUE

DISCORSO

DEL DOTTOR SILVESTRO GHERARDI

MEMBRO PENSIONARIO DELLA STESSA ACCADEMIA, PROFESSORE DI FISICA NELLA P. UNIVERSITA', GIA' PROFESSORE DI MECCANICA E IDRAULICA NELLA MEDESIMA

LETTO ALL' ACCADEMIA NELLA SEDUTA DEL 24 FEBBRAIO 1842

E NELLA STESSA SEDUTA DECRETATO ALLA STAMPA IN AGGIUNTA ALLA DETTA COLLEZIONE

CON APPENDICE

SOPRA UN' EDIZIONE DI OPERE DEL CEL. P. BECCARIA

POCHISSIMO CONOSCIUTA

IN CUI SI FA MENZIONE DI UN OPUSCOLO DEL GALVANI

BOLOGNA

TIPOGRAFIA DI EMIDIO DALL' OLMO 1842

(pubblicato in Aprile)

DISCORSO

L'Articolo che ha dato occasione a questo Discorso è inserito nel Fascicolo 22.°, Luglio 1841, del *Giornale Letterario Scientifico Modenese;* vi si legge alla pag. 309 e seguenti. È però a sapersi che il detto Fascicolo non uscì prima del 18 Novembre, e che non prima il signor Professore Grimelli distribuì esemplari del suo Articolo (a Voi, Accademici Colleghi Eccellentissimi, venne presentato, da parte di lui, nella Seduta del 2 Dicembre). Questa data vera della pubblicazione del Fascicolo e dell' Articolo si legge nella sopraccoperta di quello, conforme l' uso già invalso pe' Giornali tardivi ad uscire. Ma una simile data vera, che andrebbe posta nell' interno di ciascun Fascicolo, anzichè nella sopraccoperta, che poi si leva, dovrebbesi ripetere nelle copie degl' inseriti articoli che si destinano ad essere divolgate a parte, per torre gli equivoci, le quistioni di priorità ec., che ponno insorgere dal riportare essi articoli la data falsa del mese del rispettivo Fascicolo. Così nel caso nostro, quelli che sanno che la Collezione Galvaniana è venuta al pubblico sui primi di Agosto potrebbero credere, osservando la data di Luglio del suddetto Articolo, che il sign. Prof. Grimelli avesse avuto comodo di esaminare la Collezione stessa prima della sua pubblicazione; e quelli che nol sanno crederebbero facilmente che una tale Collezione fosse uscita prima di Luglio.

Chiunque siasi occupato di studi storici delle Scienze, che qui si professano, non riputerà, credo, affatto vano questo mio esordio. Così spero che a nessuno parrà del tutto superfluo che io, nella seguente analisi dell' Articolo del Grimelli, forse disteso con troppa fretta, mi sia fatto carico di rilevare delle mende anche leggerissime, ma che potrebbero far luogo a qualche ambiguità od errore. Riporto successivamente certi passi dell' articolo come si ritrovano nel medesimo, aggiungendo sotto a ciascheduno le mie relative osservazioni; per altri mi contento di addurne il senso, che poscia esamino. Ciò ha dato al mio scritto una forma ingrata, una lunghezza e delle ripetizioni fastidiose. Non dirò, con un dottissimo, che siami mancato il tempo per scrivere più in breve, chè, se l' avessi avuto, forse non avrei saputo approfittarne; dirò sì che la forma, la diffusione dello scritto facilmente saranno condonate, se le cose in esso esposte staranno.

I. PASSO

= *Poco* DOPO *che i MSS. del cel. Galvani pervenivano legati all' Accademia dell' Istituto di Bologna* ec., *l' Accademia stessa nella sua Sessione* 14 *Novembre* 1839 *decretava la stampa della ora pubblicata Collezione di tutte le Opere del Galvani* =: così il sign. Prof. Grimelli.

Non *poco dopo*, dovrebbe dire, ma *un anno dopo*, come risulta dall' esordio del Rapporto sui MSS. Galvaniani, i quali dovevano pur essere esaminati, il Rapporto stesso doveva essere disteso, avanti che l' Accademia potesse giudicare sulla convenevolezza di una tale pubblicazione a stampa, proposta appunto nel Rapporto.

II.

— *Questa Raccolta consta per la maggior parte delle edite, e per altra parte di Opere inedite del celeberrimo professore bolognese*, CHE TANTO PROMOSSE GLI STUDI MEDICI SPECIALMENTE ELETTRO-FISIOLOGICI —.

L'intendimento precipuo del Galvani nel produrre il famoso Commentarlo, e le Opere posteriori, fu quello appunto di promuovere gli studi elettro-fisiologici: certo a Lui non fallì del tutto il suo proponimento; anzi cotali studi vennero per Lui avanzati notevolmente, assai di più che non si era professato, a suo dovuto onore, fino a ieri l'altro da quegli stessi, che ai nostri tempi contribuirono molto a sottrarre questi studi dalla oscurità, alla quale sembravano condannati senza remissione fin dall' epoca delle splendidissime scoperte del Volta (V. Rap. 86-87 ec., Op. 251 ec. in nota, 262 id., 284 id., 292 id., 341 id., 425 ec. id., 497 id.) (*). Ma il Galvani ha un altro argomento alla celebrità più cospicuo di quelli enunciati qui dal Grimelli, e che non mi sembra venire da lui distinto, o proclamato abbastanza, nè pur in altri luoghi del suo Articolo; l'argomento di avere creato, dato cominciamento e moto alla parte puramente fisica (o chimica), non fisiologica, di quel grande ramo dell'elettricità, che, pel suo titolo, lo fa avere in memoria e in onore, parte che ebbe uno sviluppamento immensamente maggiore dell'altra, che tiene alla Medicina ed alla Fisiologia. Che se è vero, ed è verissimo, che i fatti primitivi e fondamentali, che servirono a coltivare la più feconda e già doviziosissima di queste parti, venissero donati alla Scienza da Lui, e che la gloria meritatissima degli studiosi della

(*) I numeri che in questa citazione, e in tutte le citazioni simili, sono dopo Rap. accennano alle pagine del Rapporto, e quelle dopo Op. alle pagine delle Opere della Collezione Galvaniana.

natura sia quella, che si ripone nei fatti scoperti, anzichè nelle teorie immaginate, nessuno potrà mai negare al Galvani il suddetto titolo di celebrità coll' addurre, che Egli, nelle sue elucubrazioni teoretiche, vagheggiò soltanto la parte meno fertile, e disconobbe l'altra.

III.

Il Grimelli annovera, tra i — *Prolegomeni della Collezione* —, il *Ritratto del Galvani*: vi avrebbe ben potuto annoverare, con più proprietà, la Dedica, di cui tace, se non altro per far menzione del proponimento dell'Accademia in questa Edizione, proponimento in essa Dedica proclamato, e certamente commendabile.

IV.

Nell'elenco delle *Opere edite* dell'Autore, che si legge nell' Articolo del Grimelli, sono riportate le date della prima pubblicazione di tutte le stesse Opere, fuorchè del - *Supplemento al Trattato dell' uso e dell' attività dell' arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli* -; una fila di puntini è in luogo di data per questo, come se fosse ignoto, od incerto l'anno in cui la prima volta venne fuori. Si vedrà più avanti che se il Grimelli avesse posta più cura ad esaminare la nostra Edizione, avrebbe assegnata al *Supplemento* la stessa data 1794 del *Trattato*: la cosa è di molto momento per l'onore del Galvani.

V.

La nostra Edizione, secondo il Prospetto che ne dà l'Articolo, conterrebbe un solo Indice, l'Alfabetico, mentre ne ha

un altro più esteso (in seguito si avrà forse qualche motivo per pensare che l'autore dell'Articolo abbia trascurato l'uno e l'altro): — il Volume della medesima sarebbe di 75 *fogli di stampa* —, mentre in realtà questi sono poco men che 80.

VI.

Nella bella e succinta esposizione che il ch. Prof. Modenese fa, sulle tracce del nostro Elogio Venturoliano, dell'ingresso del Galvani negli studi naturali, e de' suoi progressi ne' medesimi, potrebbesi solo desiderare che là dove si tocca delle cognizioni fisiche possedute dal Galvani, e da Lui applicate agli studi medici, di sua speciale professione, si fosse pure toccato delle sue cognizioni chimiche, delle quali il Rap. sui MSS. di Lui, più che le Opere, che Egli mise alla stampa, offre moltiplici ed onorevoli argomenti (V. Rap. 5 a 11, 27, 41, 42 ec.).

VII.

Segue nn paragrafo, in cui con molto senno ed esquisita erudizione si appalesa come il Galvani fosse guidato alla sua capitale scoperta, accarezzando il concetto di riguardare un principio etereo, anzi l'elettrico, quale agente sovrano del sistema nerveo-muscolare, provando e riprovando la sperimentale dimostrazione del concetto istesso, e che difficoltà, in questo suo proposito, avesse Egli di fronte, che aiuti potesse ritrovare nell'autorità e negli scritti, non concordi in ciò, de' fisiologi che lo precedettero. L'Accademia non può non compiacersi, ed io con essa, che il sign. Professore esprima qui altamente, riscontrarsi nella nostra Edizione irrefragabili esuberanti prove della perfetta originalità, e, io aggiungerei ancora, del carattere eminentemente scientifico delle scoperte

relative del Galvani, a piena mentita degli indiscreti giudizi, pur troppo accreditati, su questo benemerito Uomo. Ma io non avrei, senza riserve, detto che il Galvani, come viene asserito al principio di questo paragrafo, — *considerasse ed esperimentasse sotto tutte le possibili viste fisiche e fisiologiche la forza nerveo-muscolare* —. Quantunque sia verissimo che il Galvani fosse fisico più che non piacque a taluni di spargere, e far credere generalmente, pure il Grimelli sa, e lo fa intendere anch'egli in progresso, che le considerazioni e vedute relative al lato fisico vennero, nella mente di Lui, troppo subordinate alle considerazioni e vedute fisiologiche, massime dopo la divolgazione del suo Commentario, o durante il suo aringo col Volta; al quale propriamente s'appartiene la gloria del felicissimo coltivamento ed esaurimento delle considerazioni e vedute fisiche, ferma ed inconcussa nel nostro fisiologo, come fu detto di sopra, la gloria de' fatti, che a queste medesime considerazioni e vedute prestarono il primitivo obbietto, che furono, sono, e rimarranno in perpetuo i materiali fondamentali del Galvanismo fisico, come lo sono a lunga mano del fisiologico. Egualmente io mi sarei guardato di fare al Galvani una lode, che gli viene attribuita in questo stesso paragrafo dell'Articolo. Perchè il Galvani applicò l'elettrico estrinseco al sistema nerveo-muscolare, a fine di indagare l'elettrico intrinsecamente proprio di un tale sistema, e perchè i moderni fisici, coll'applicare le correnti elettriche alla calamita, pervennero a scoprire l' elettrico in essa recondito, si ha mo a dire che Egli fosse — *maestro anche in ciò di questi* —? Una analogia vi è, poteva il Grimelli enunciarla nudamente, come aveva fatto nella sua Opera, che ha per titolo — *Elettricità fisiologico-medica* — (pag. 228-229), e non aggiungere qui una sentenza esagerata. Non per via di esagerazioni puossi sperare di veder ristabilito il Galvani nella sua giusta gloria: ah! troppo venne già esaltato, per questo verso,

specialmente da medici, e per ciò forse de' fisici intesero a deprimerlo con opposte esagerazioni. Avendo ora ricordata, per ragion di lode, quella Opera del sign. Prof. Grimelli, sento di dover dichiarare che per molte analoghe ragioni, e singolari pregi mi sembra commendabile ai fisici ed ai medici, e forse più d' ogn' altra conosciuta sullo stesso soggetto. Ma ciò che a me la fa più pregiata, si è la giustizia renduta, nella medesima, al Galvani, benchè coll' appoggio soltanto del Commentario e della Lettera al Carminati (l' autore, quando la compose, non conosceva le altre Opere del Galvani sull' argomento di queste, V. sua Op. cit. pag. 42, 86, 254 ec.), e renduta avanti che uscisse la nostra Edizione (l' Opera del Grimelli venne alla luce sul finire del 1839, appena dopo decretata dall' Accademia l' Edizione Galvaniana).

VIII.

Il paragrafo che si legge alle pagine 4 e 5 dell' Articolo è quello, sul quale desidererei d' aver potuto e saputo dir cose, che non ammettessero dubitazione alcuna: è per esso soltanto che mi sono risoluto di stendere questo scritto in risposta all' Articolo del Grimelli; e dico in risposta, poichè egli medesimo sembra provocarne una da me, cui gentilmente chiama = *Raccoglitore ed Annotatore chiarissimo delle Opere del Galvani* = (io protesto bene che l' onore impartitomi qui dal Grimelli è eccessivo, giacchè se non altro quello di *Raccoglitore* lo divido coll' intera Accademia), e provocarla sopra un dubbio gravissimo, promosso da lui appunto in questo paragrafo: che se ho esteso le mie osservazioni ad altri punti dell' Articolo, è stato che non ho saputo lasciare l' occasione, che essi pure mi somministravano, di trattare l' argomento del Galvani, argomento che, per le antecedenti fatiche, mi torna oltremodo gradito.

Ma innanzi di venire alla parte seria del paragrafo, che è la seconda, mi piace di manifestare quello che penso sopra un supposto enunciato nella prima parte del medesimo relativamente alla edizione originale dell' *Opuscolo dell' Arco conduttore*. Si riferisce adunque, colla scorta della nostra Edizione, che l' *Opuscolo* venne dal Galvani pubblicato anonimo a Bologna nel 1794, e tosto, lasciando quella scorta (senza dirlo), s' aggiunge = *e per serbare sempre più il segreto dell' anonimo bolognese* SEMBRA *venissero distribuite alcune copie di tale libro* SOSTITUENDO *nel frontispizio del medesimo* MODENA IN LUOGO DI BOLOGNA =. In due passi delle Memorie del Volta, secondochè avvertii nella nota (1) al Rapporto (Rap. 73), l' *Opuscolo* in discorso si fa stampato a Modena. Ora posso aggiungere che anche il sign. Prof. Grimelli lo fa stampato a Modena nell' unica citazione di esso, che si legge nella suddetta sua Opera (pag. 246). Mettendo assieme questa sua citazione, di due anni addietro, col riportato passo del presente suo Articolo, concludo che egli citò allora l' *Opuscolo* senza averlo pur veduto nè colla data di Bologna, nè con quella di Modena: non colla prima, perchè non lo avrebbe citato colla seconda; non colla seconda perchè ora non si contenterebbe di dire — *sembra* che in alcune copie fosse messo Modena in luogo di Bologna —, ma darebbe sì la cosa per certa. Niun male che egli, nell' Opera, si valesse dell' autorità dell' *Opuscolo*, soltanto dietro le citazioui delle Memorie del Volta. Ma perchè, non avendolo mai veduto nell' edizione sua originale, anzichè proporre, di suo talento, che ne esistano copie colla data falsa di Modena, non ha ammesso, col Rapporto, che il Volta, o gli stampatori incorressero nel lieve sbaglio di menzionarlo con questa data, in vece che colla vera? Io per me mi attengo a questo, e mi vi atterrò finchè non mi venga mostrato, o citato un esemplare pur solo dell' *Opuscolo* anonimo, che porti effettivamente la data

di Modena. Il che io reputo inattendibile, non solo dietro tutte le indagini da me fatte, a suo tempo, intorno a tale *Opuscolo*, ma ancora per quest' altra ragione. Ad oggetto di nascondere maggiormente l'anonimo in alcune copie dell' *Opuscolo* stampato a Bologna, non avrebbe bastato farvi nel frontispizio la sostituzione supposta dal sign. Prof. Grimelli; avrebbe bisognato ancora cambiarvi, o levarvi il titolo della Stamperia, non che il *Vidit*, e l'*Imprimatur* della Revisione, che, in tutte le copie dell' *Opuscolo* da me esaminate, cantano patentemente Bologna. Or tutti questi artifizi, che soglionsi usare pe' libri proibiti, non sono verisimili per un innocentissimo Libro anonimo. Altronde gli autori tutti che fanno menzione dell'*Opuscolo*, eccetto il Volta, ne appongono al titolo la data di Bologna: dunque sarebbe a supporsi, al più, che la data della sola copia di esso *Opuscolo* destinata per il Volta fosse stata contraffatta da qualcuno (non dal Galvani, chè, credo io, la stessa sua religiosa delicatezza glielo avrebbe vietato); non sarebbe in effetto senza qualche utile curiosità il chiarire la cosa coll' esaminare tra i libri di quel grande Uomo l' *Opuscolo dell' Arco conduttore*, che fu certamente nelle sue mani e meditato da Lui, e che ebbe sugli studi suoi un' influenza molto maggiore, che non s' è generalmente supposto o professato.

Passiamo adesso a discutere asserzioni del signor Professore Grimelli di maggior momento. Secondo lui la data della prima pubblicazione del *Supplemento* all' anzidetto *Opuscolo dell' Arco conduttore* sarebbe incerta, e solo parrebbe assegnabile tra il 1794 ed il 1797 (si badi bene che, se non fosse accertato che cotale *Supplemento* uscisse nel 1794, si farebbe luogo al sospetto che le peregrine esperienze ed illustrazioni sul famoso fenomeno delle contrazioni della rana al solo immediato contatto tra le sue parti, descritto primieramente in quell' *Opuscolo*, fossero posteriori ad esperienze

ed illustrazioni simili appartenenti ad altri scrittori, e che perciò verrebbe scemata di molto la preziosità di esso *Supplemento*, e l' onore che ne ridonda al suo Autore, come potrà rilevare ciascuno dando una scorsa allo stesso *Supplemento*, ed alle note relative nella nostra Edizione): secondo lui ancora esisterebbe un'*esplicita contraddizione*, nella esposizione di un esperimento di molta importanza in riguardo ad una elettricità tutta propria de' tessuti nerveo-muscolari, tanto fra il *Supplemento* in discorso ed il relativo *Opuscolo dell' Arco conduttore*; quanto tra il medesimo *Supplemento* e le *Memorie allo Spallanzani*; su di che il sign. Prof. Grimelli insiste col dire, = che una *tale contraddizione tanto più sorprende, quanto più si considera, che* io HO ESPOSTO *il Supplemento stesso come* SCRITTO *o* EDITO (avrebbe detto meglio - *edito o scritto* -) *dal Galvani prima della pubblicazione delle Memorie allo Spallanzani* =; onde si vede chiaro che egli propende a giudicare che il *Supplemento*, di cui trattasi, venisse in luce soltanto dopo queste *Memorie* (in fatto egli ne parla qui in ultimo luogo): non basta; il Grimelli giunge perfino a volere spargere qualche dubbietà sull'appartenere le due produzioni, dell'*Opuscolo* e del *Supplemento*, per intero al Galvani; la qual cosa rilevasi dal seguente passo del suo Articolo: = ond'è *palese che in proposito occorrono schiarimenti, i quali niun altro può meglio offrire di chi ha mezzo di consultare* CON TUTTA LA ACCURATEZZA *i manoscritti preziosi del celeberrimo bolognese; e di tal guisa fia sempre più nitidamente e in modo incontrovertibile dimostrato che il* Trattato dell'Arco conduttore ec. *non che il* Supplemento ec. *sono produzioni anonime* COMPLETAMENTE PERTINENTI AL MEDESIMO AUTORE =.

Tutti questi dubbi, ma specialmente l'ultimo, mi giunsero tanto inaspettati, al primo scorrere l'Articolo Grimelliano, che, debbo pur dirlo, a certificarmi del letto, ebbi a leggere

le due e tre volte ancora. Avrei ben creduto, siccome credo tuttora, che de' dubbi potessero insorgere sulle cose, che le note ed illustrazioni alle Opere del Galvani tendono a stabilire; ma questi questi del Grimelli non mai . . . . Tutto il suo raziocinio, in appoggio de' prenunciati dubbi, riducesi, se mal non m' appongo, a questo: il *Supplemento* è in aperta contraddizione, sopra un punto di rilievo, e coll' *Opuscolo*, e colle *Memorie a Spallanzani;* dunque può credersi l' una delle due cose, o che le due prime produzioni non siano in tutto e per tutto lavoro del solo Galvani, o, essendolo, che questi abbia dato fuori il *Supplemento* più tardi delle *Memorie*. Ma, supposta stare quella tale contraddizione, potrebbe credersi ancora, dico io, una terza cosa; ed è che il Galvani, unico e solo autore delle prenotate Opere, fosse da se, senza colpa o parte d' alcuno, caduto in contraddizione con se stesso. E grazie al sign. Prof. Grimelli del riguardo pel Galvani, di cui ha voluto, credo io, dare speciale prova in questo incontro, col non ammettere, nè pure per ipotesi, che Egli possa essersi contraddetto; grazie, dico, quando per un tale riguardo si rischierebbe di mancare verso di Lui in un riguardo molto maggiore, o col dover ammettere che Egli avesse lasciato por mano ad altri nell' intima sostanza delle cose sue, o col dover dare ricetto a qualche ombra di dubbio sulla priorità di sue preziose scoperte. Ma a parte i riguardi, e veniamo a bomba. Per proporre ragionevolmente un certo tal qual dubbio sopra qualsiasi materia, bisogna pure che esso, per quanto stiminsi forti gli argomenti che vi condurrebbero, sia in qualche modo ammissibile. Ora io sostengo che il dubbio, proposto dal Grimelli, sull' anno della pubblicazione del *Supplemento* all' *Opuscolo dell' Arco conduttore*, non è assolutamente ammissibile. Come in fatto ammetterlo, come pur soltanto suggerirlo, a fronte della nota alla pag. 500 della Edizione nostra, in cui si cita una *Lettera del* 22 *Novembre*

1794, stampata entro lo stesso anno 1794, la quale ricorda *l' Opuscolo*, non che il suo *Supplemento*, così — *il dotto Libro, intitolato* - dell'uso e dell'attività dell'Arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli col di lui Supplemento -, *che fu stampato mesi sono* —? Che ho a dire? . . . . Il Grimelli non avrà veduta questa nota. Ma non avrà veduta nè anche una nota anteriore, alle pag. 279 - 280 della stessa Edizione, e precisamente ove ha cominciamento il *Supplemento* in questione. Imperocchè in tale nota si riporta un passo di una *Lettera* senza data sì, ma edita nel 1796, che pure ricorda il *Supplemento* stesso. Per la qual cosa fra il 1796 ed il 1794, non già fra il 1797 ed il 1794, il Prof. Grimelli avrebbe riportata la pubblicazione di questo, se avesse letto almeno una tale nota, e non mai poi, nella stessa ipotesi, avrebbe potuto sospettare che il *Supplemento* fosse venuto fuori dopo le *Memorie* dirette a Spallanzani. In somma egli non avrà avvertito su di ciò che quel luogo del Rapporto (Rap. 4-5), in cui, premessa la notizia che *l' Appendice all' Opuscolo dell' Arco conduttore* mancava della data di sua pubblicazione, si afferma, senza addurne gli argomenti, che essa *Appendice uscì di certo* nello stesso anno 1794 che *l' Opuscolo*. Quali, e quanti di simili argomenti si fossero potuti raccogliere nel paese medesimo in cui i due libretti vennero distesi, e stampati era troppo facile immaginare, perchè non si credesse allora superfluo di riferirli (Rap. 50, Op. 279 in nota). Qui avanti, ad esuberanza di dimostrazione, ne dicifrerò qualcheduno. Intanto non voglio tacere che simili argomenti, tutti insieme, non avrebbero bastato a rimuovere affatto qualche scrupolo sull' esattezza della data della primitiva divolgazione dell' *Appendice*, assegnata nel Rapporto; lo scrupolo, per esempio, che poteva insorgere osservando un certo passo della *Lettera* menzionata nella predetta nota alle pag. 279 - 280 dell' Edizione nostra, scrupolo che ingenuamente manifestai nella stessa nota, adducendo

anche il passo (avendo io costantemente mirato, in tutti i miei studi sul Galvani, a porre in pieno lume la verità, fosse ella favorevole, o no a Lui). Ma scrupoli di tal genere vennero tolti di mezzo affatto col ritrovato, che ebbi la ventura di fare, dell' altra *Lettera* stampata nel 1794, e che parla dell' *Appendice*, come ho già detto precedentemente, e dissi nella nota alla pag. 500 dell' Edizione. Dimostra essa *Lettera* che quantunque l' altra, che cadde prima sotto i miei occhi, e che non porta data propria, uscisse nel 1796, dovette essere vergata non pochi mesi avanti della sua stampa, perchè il seguente passo che vi si legge (ed è quello per cui erami venuto il nominato scrupolo) potesse dire il vero negli epiteti dati all' *Appendice*, ed alle sperienze in essa contenute; ecco il passo — *si consultino alcune* NUOVE *esperienze riportate in un' Appendice* ULTIMAMENTE FATTA *al Trattato anonimo Dell' uso e dell' attività dell' Arco conduttore* ec. — (V. l' Appendice al presente Discorso).

Io non ho avuto bisogno di dipartirmi per niente dalla nostra Edizione a fine di rimuovere onninamente il dubbio fatto dal Grimelli sull' anno della pubblicazione prima del prezioso *Supplemento* all' *Opuscolo* non meno prezioso. Ora mi viene il destro di aggiungere, in alcune notizie, parte de' suddetti argomenti non allegati nell' Edizione medesima, perchè avuti come superflui. Mi penso d' aver veduto tutti gli esemplari che si ritrovano presso di noi, che già non sono molti, dell' *Opuscolo* e del *Supplemento* dell' antica edizione. Per lo più sono questi riuniti, formano un solo Libro, come se fossero stati pubblicati insieme. L' *Opuscolo* senza il *Supplemento* non lo conosco che nell' esemplare posseduto dalla Biblioteca del Seminario di Cento (presentatomi da quel benemerito Bibliotecario e Professore sign. Don Aless. Rusconi), il quale prima apparteneva alla signora Dottoressa Dalle Donne,

di chiara memoria (1), e prima ancora era appartenuto al Conte Prospero Ranuzzi, che fu un distinto amatore, come a noi è noto, degli studi naturali. Non sarà affatto inutile il sapere che nel frontispizio di questo esemplare sta scritto, e fu il Conte Ranuzzi che scrisse, — *Del Galvani* —. Del *Supplemento* poi senza l' *Opuscolo* non conosco altra copia che quella posseduta da me stesso, per favore singolare del sign. Dottor Canterzani nostro, il quale la serbava tra i libri dell' illustre genitore insieme ad una dell' Operetta compiuta, comprendente, cioè, *Opuscolo* e *Supplemento*. Sono identiche le note della Censura nel *Supplemento* da se, nell' *Opuscolo* da se, e negli esemplari di ambedue congiunti; se non che in questi vennero lasciate le sole note della Censura spettanti al *Supplemento*, le quali sono impresse a tergo dell' ultima carta di materia del medesimo. Sfortunatamente in queste note

(1) Nel seguito delle mie ricerche sul Galvani m' abbattei ad un documento provante che la sign. Dott. Dalle Donne nel 1802 venne proposta, in terna col Tagliavini e con un Zanotti, a coprire la Cattedra di Fisica Generale, rimasta allora allora vacante per la morte del cel. Palcani. Il documento si è una Lettera dell' Ispettore degli Studi ne' Dipartimenti di qua dal Po al Ministro dell' Interno Villa, la quale conservasi tra gli analoghi Atti nell' Archivio della Cancelleria di questa P. Università. La nota riguardante la detta signora, in tale Lettera, è concepita così: — *la Dottoressa Dalle Donne, che ha sostenute replicatamente con applauso universale varie Tesi sui punti più difficili di Fisiologia, e che ha fama di essere molto esperta altresì negli studii fisici* —. Il difficile Cerretti, Ispettore (Rap. 60), ed il Prof. Sebastiano Canterzani, Assessore, in consultazione coi Membri della Amministrazione Municipale composero la proposta terna. Quantunque la scelta della Suprema Autorità non cadesse sulla signora Dottoressa, pure l' avere Ella meritata la detta considerazione da un Consiglio, del quale faceva parte un Canterzani, Le fa molto onore; ed è questo per certo un singular fiore da aggiugnere al bel serto di lodi, che Le tesseva la Gazzetta di Bologna del 21 Gennaro p., nell' annunziare con duolo la sua perdita.

manca la data del tempo, che i Revisori sogliono pur mettere; per la qual cosa, e per non mostrare il *Supplemento* da se, nel suo frontispizio, l' anno, non somministra esso alcuna prova del tempo di sua pubblicazione. Ma appunto l' essere stato ommesso l' anno nel suo frontispizio dava, a mio avviso, un nuovo indizio (con quello di ritrovarsi ordinariamente *Opuscolo e Supplemento* uniti in un solo Libro, con quello dell' essere le note della Revisione, la carta, i tipi, il sesto compagnissimi nell' uno e nell' altro, e con quello, si può aggiugnere, di essere stati per lo più menzionati insieme dagli autori) che il medesimo fosse uscito a stampa coll' intervallo di pochi mesi dall' *Opuscolo*. Ben presto io venni adunque di questo sentimento, ne' primi miei studi sulle cose del Galvani; nel quale in oltre ero confortato da parecchi autorevoli personaggi di questa Città, anzi di questo stesso Consesso a cui ho l' onore di ragionare. L' illustre Professore Monsignor Ranzani (la perdita recente del quale ha immerso gli studi naturali tra noi in amaro duolo), con quella prontezza di memoria, vivacità e copia di discorso, che in lui fregiavano, e talvolta sembravano soperchiare le eminenti doti dell' intelletto, più d' ogni altro avevami persuaso, dando soddisfazione a' miei dubbi, della verità della cosa di cui trattiamo, e ancora dell' appartenere pienamente al Galvani l' *Operetta* intera, avanti che io tutte ne raccogliessi quelle prove, alle quali soltanto, come più certe o solenni, m' attenei nel Rapporto e nelle note della nostra Edizione. Che volete contendere (così mi parlava il Ranzani) voi, non ancora nato quando il Galvani moriva, che prendete di peso, per oppormelo, quel poco che sull' *Opuscolo* anonimo rinvenite in iscrittori male informati di esso e dell' Autore, con me, che, giovine, vissi nella familiarità di Lui e degli studi suoi, che più volte pendei dalla bocca di Lui favellante del suo *Opuscolo*? Con me, che ben conobbi chi, più tardi, sen volle o

se ne lasciò far bello (e qui mi nominava il soggetto), che ebbi dalle mani dello stesso Galvani questo esemplare (lo tirava fuori dalla scansia) dell' *Opuscolo* medesimo? Nell' aprire il Libro io scorgeva un contrassegno manoscritto nel suo cartoncino, che leggeva tosto, e diceva — *Camilli Ranzani - Ex dono Auctoris - L' Autore è il Chiarissimo D.r Luigi Galvani* —: il Ranzani mi assicurò che questo aveva egli scritto di suo proprio pugno, fin da quando ebbe in regalo il Libro, il quale comprende, come ciascuno immaginerà, ed il *Trattato*, e l' *Appendice*. Io interesso l' Accademia a fermare per se questo esemplare dell' *Opuscolo* anonimo, unico tra tutti quelli da me esaminati, che porti compiuta testimonianza del nome dell' Autore, testimonianza divenuta più pregevole dopo la morte del gran dotto che la vergò. L' Accademia lo depositerà accanto ai MSS. del *Trattato dell' Arco conduttore* e suo *Supplemento*, che Ella possiede ora per intero, dacchè i bravi figli dell' Illustrissimo signor Dottor Mattioli, di buona ricordanza, l' hanno favorita di tutti i MSS. Galvaniani, che possedevano, e che ad essa mancavano (Rap. 56 in nota), accanto a quegli scritti di pugno proprio del Galvani, che anche per se soli somministrano irrefragabile testimonio, che il vero ed unico autore delle due produzioni anonime è Lui (Id. pag. 47 a 50), è l' Autore stesso del memorando *Commentario*, e delle *Memorie a Spallanzani*.

Tornando ora al signor Prof. Grimelli, spero bene che, in considerazione di tutte le precedenti cose, ed anche di non tutte, ei comprenderà che la verità, l' onore del Galvani non volevano, e che io pure affatto non mi meritava che egli, nel suo Articolo, nudamente dicesse *avere io esposto il Supplemento al Trattato* ec. come edito prima delle *Memorie a Spallanzani*, quasi che avessi fatto ciò di mia testa, e per gratuita asserzione. Ma egualmente spero che ei vedrà, in considerazione delle cose precedenti e delle consecutive, che noi, a cui fu affidato

l'esame de' MSS. Galvaniani, non ci meritavamo che, in materia della patente contraddizione, che egli stesso si avvisa d'avere riscontrata in Opere dell' Autore, venisse in qualche modo, colle sue parole su riferite, a muover dubbio sulla diligenza da noi posta in tale incarico. Già ho donde confidare, anche per le autorevoli libere dimostrazioni che ne abbiamo avute, che il Rapporto su quei MSS. dia sufficienti prove della non comune accuratezza adoperata nell' esame di essi; perciò, quando al Grimelli fosse paruto di muovere il dubbio che alla medesima fosse sfuggita qualche particolarità di momento, parrebbe pure che avesse dovuto porgere qualche schietto segno di riconoscere una tale accuratezza in altre, e non poche particolarità, il che egli non ha stimato opportuno di fare. Poi a me sembra che, con quelle sue stesse parole, ei ponga in campo i MSS., e ne invochi un' accuratissima disamina, senza molto proposito, anzi senza proposito affatto. Ma che c'entrano, di grazia, i MSS. del Galvani, con una contraddizione che si rinvenga nelle relative Opere di Lui già a stampa prima della nostra Edizione? La contraddizione sarebbe di grave momento, a senso del Grimelli, sarebbe ripetuta ben cinque volte, e non era quindi presumibile, ed egli non poteva presumere che, ritrovandosi una simile pecca nelle opere più elaborate, quali sono le edite, non si ritrovasse egualmente nelle meno elaborate, quali sono le manoscritte. In somma, se il Grimelli avesse detto, = Io ho riscontrata la cotale contraddizione nelle Opere del Galvani, che voi non avete notata; la cosa merita schiarimento =, avrei capito; ma saltar fuori qui coi MSS. non mi ci entra, e mi sa di pretesto. Prima che io passi allo schiarimento (che darò liberamente e meglio che saprò, in onore del Galvani, lasciando i MSS. suoi dove si stanno, i quali, per questa bisogna tanto, stimo avere disaminati abbastanza a suo tempo, avendovi patita sopra, non senza compiacenza di frutto, questa mia debole vista), amo

dire il sentimento mio, e produrre qualche nuova notizia, relativamente all'altro dubbio fatto dal signor Professore Modenese, cioè, che al Galvani non appartengano forse in tutto e per tutto le due produzioni anonime. Per quanto un tale dubbio, secondo i riservatissimi e misuratissimi termini, che il Grimelli usa ad esprimerlo, possa sembrare remoto o lieve, pure desso è grave di sua natura, in riguardo all'onore ed alla gloria del Galvani, come ciascuno ben comprende. Ma vie più lo comprenderà riflettendo che, se il dubbio in discorso fosse fondato per riguardo al *Trattato* ed al *Supplemento*, sarebbe egualmente fondato per riguardo al *Supplemento* ed alle *Memorie* a Spallanzani, giacchè tra queste due ultime produzioni ancora esisterebbe, a detta del Grimelli, quella tale ed identica contraddizione: per la qual cosa sarebbe aperta la strada ad un altro dubbio, cioè, che queste *Memorie* medesime, che il Galvani proclamò sue, fregiandole del proprio nome, non fossero realmente del tutto sue! E perchè il signor Grimelli non è arrivato a dir questo, perchè si è contentato di applicare il suo dubbio alla sola prima coppia di produzioni, alle anonime? Io nol so, o nol dirò, ma dirò si che il suo raziocinio mi par zoppo. Che più? Si può facilmente credere da chi legge l'Articolo del Grimelli, con qualche cognizione della Storia del Galvanismo, che la speciale ragione del suo dubbio, addotta da lui, non sia veramente la sola che glielo abbia insinuato, o per cui egli lo insinui, ma che, senza spiegarsi apertamente, dia egli ancora qualche peso all'opinione, secondo la quale il Galvani dividerebbe con un altro l'onore di certe peregrine esperienze (quelle delle contrazioni della rana senza impiegar metalli) comparse primieramente nelle due produzioni anonime, e poscia nelle *Memorie a Spallanzani* (sulle quali esperienze appunto verterebbe la contraddizione notata da lui); opinione che nel Rapporto e nelle note alle Opere Galvaniane io non ho dissimulata,

anzi prima d'ogni altro forse ho messa perfettamente allo scoperto e solennemente denunziata, ma che ho ancora ribattuta, e, oso dire, annichilata. Legga attentamente il Prof. Grimelli, o chi altro nudrisse qualche incertezza su di ciò, tutti i passi della nostra Collezione, ne' quali una tale opinione viene discussa (V. principalmente Rap. 73, 94-95, 97-98, e Op. 309 in not., 429-430 id.), e si persuaderà che il vero ed unico merito di quello, che è generalmente passato per socio del Galvani nella scoperta fondata su le predette esperienze, che è quello stesso a cui taluno attribuisce interamente la scoperta medesima, e tal altro le due produzioni anonime (Rap. 94,95), l'unico merito, dissi, di lui si riduce ad essere egli stato ripetitore, come tanti altri, delle esperienze medesime, però il primo tra questi. Ancora sopra simile obbietto io mi con tentai, nella nostra Edizione, di addurre le prove, che stimai maggiori, e tutte insieme bastevoli all'uopo; tanto più che ad esserne parco, a tacerne alcune di peso tra quelle che avrei avute in prouto, in una parola, a non vuotare il sacco, mi lasciai consigliare da certi riguardi, i quali a ciascuno, che dia una scorsa al nostro Volume, salteranno agli occhi e pareranno buoni. Qui, senza disconoscere gli stessi riguardi, pregherò che si faccia considerazione a questo, che il Galvani, in quei luoghi delle sue *Memorie* al grande Naturalista di Pavia ne' quali, per aggiungere fede ai risultamenti delle suddette sue peregrine esperienze, si vale della testimonianza dei dotti, al cui cospetto le riprodusse, o che gli prestarono assistenza nelle medesime, ricorda nominatamente *Sebastiano Canterzani, lo stesso celebre Naturalista* (Op. 308), il *Cingari*, il *Sacchetti*, il *Dottor Camillo Galvani* (Op. 317), ma *non mai* l'Aldini (si vegga su di ciò anche il Rap. pag. 97). E riguardo all'ultimo nominato da Lui, esprime appuntino questo: — *Il signor Dottor Camillo Galvani, nipote mio carissimo, autore del non volgare Opuscolo, pubblicato in Bologna l'anno*

1780, *circa i fosfori, alla cui singolar destrezza e diligenza io debbo in buona parte l'esito di tutti i miei esperimenti* — (si veggano nel Rap., pag. 28 e 32 a 34, le riprove, cavate dai MSS., della piena confidenza accordata al Dottor Camillo dal Galvani nelle sue ricerche sperimentali). Quantunque, e massime se si sta all'opinione che, in punto a valentía d'ingegno, ha lasciato di se a Bologna questo Dottor Camillo (forse non fu conosciuto che nel suo debole), nasca per avventura il sospetto che lo zio, nel riportato passo, facesse del proprio merito parte al nipote, nulla di meno quanto non sarebbe stato più naturale, e non sarebbe più comportabile che a questo, che il Galvani encomiò, anzichè all'altro, che Egli non mentovò nè punto nè poco, in materia sempre di quelle tali esperienze, si fosse fatto il suddetto distintissimo onore? Io posso poi asseverare, dietro tutte le informazioni per me raccolte, alcune delle quali aneddote, che il Galvani era gelosissimo delle sue esperienze e scoperte avanti di averle maturate da se (ciò si rilevi ancora dall'essere rimasti presso di lui i materiali della prima parte del suo famoso Commentario quasi 11 anni, ed i materiali delle altre parti quasi 5, senza che ne fosse traspirato fuora, de' primi, più del pochissimo che ne produsse Egli stesso nelle Lezioni Anatomiche del 1786, e de' secondi, nulla — Rap. 12, 36, 45, 101 a 104 —); che era fino conoscitore degli uomini, onde poco gli bastò per far giudizio, e non s'ingannare, sui diversi umori delle persone che da Lui potevano ritrovare la porta aperta. Con queste qualità, ma di una delicatezza rara pur anche, Ei sapeva schivare le occasioni di doversi mostrar diffidente; perciò, nelle sue esperienze di gabinetto, preferiva l'aiuto *delle nipoti* a quello *de' nipoti* (Rap. 68). Queste, e somiglianti notizie, che per qualunque altro dotto sarebbersi naturalmente supposte, o trascurate quali inezie, sonosi dovute ricercare, e vennero, e vengono opportune per un Galvani,

stato così male conosciuto, non dico in Bologna, ma nella universalità dei dotti.

Risoluti i dubbi che il Prof. Grimelli ha voluto argomentare dalla contraddizione ravvisata da lui nelle suddette Opere del Galvani, cioè, il dubbio che il *Supplemento al Trattato dell' Arco conduttore* non sia uscito nell' anno 1794, ma più tardi, e l' altro che il Galvani non sia forse unico autore in tutto e per tutto delle due produzioni anonime, vengo finalmente a discutere quella pretesa contraddizione, che fin qui lasciai supporre vera e reale, anche perchè, ove non si potesse torla di mezzo, od io non fossi da tanto di far persuasi altri della sua insussitenza, nessuno potesse mica accogliere tali dubbi, i quali, come già feci intendere, e professo ora più schiettamente, sarebbero più gravi della stessa contraddizione sussistente, e quindi conveniva prenderli di mira e combatterli direttamente. Se (per dire una parola ancora del secondo dubbio, il solo dei due che meriti riflesso), anche con meno di quella scrupolosità, da una parte, e con meno di quella superficialità, dall' altra, colle quali spero provare che il Grimelli abbia pescata questa contraddizione in Galvani, frugassimo nelle opere degli autori i più grandi a rinvenirvi contraddizioni, dimando io ora, per quando avrò provato il mio assunto, quale si darebbe opera scevra da simili macchie, qual troveremmo autore che, a giudizio del Grimelli medesimo, potessimo chiamare - unico autore e padrone delle opere da se prodotte - ?

Nel *Trattato dell' Arco conduttore*, di seguito alle esperienze originalissime delle contrazioni avvenute *nel lasciar cadere* i nervi crurali della rana preparata alla galvanica sui muscoli delle corrispondenti coscie, od anche *nel condurli ad un blando contatto ed in un punto solo, se fia possibile,* coi medesimi muscoli (Op. 210 a 213), si accenna che le contrazioni mancarono portando a contatto gli stessi nervi coi

muscoli, non dello stesso animale, ma di altro separato ed isolato da quello (Op. 215, 216 - il Prof. Grimelli cita in proposito soltanto questa seconda pagina -). L'Autore riferisce, a ragione, il primo di questi casi all' attività dell' arco o circuito perfetto, ed il secondo all' inefficacia dell' arco difettoso, e oppone questo secondo caso, con altri di circuito similmente interrotto, alla teoria, dietro la quale le muscolari contrazioni per Lui osservate, nell' accennato modo, si attribuirebbero ad una supposta differenza di capacità per l' elettrico tra la sostanza del nervo e quella del muscolo. Si noti che in tutte queste esperienze la rana era preparata nella maniera tenuta per solito dal Galvani, cioè, perfettamente spogliata de' suoi naturali integumenti, ridotta agli arti inferiori, e coi nervi crurali o recisi all' inserzion loro nel canale vertebrale, e bene separati da qualunque altra parte sino all' inserzione loro nelle coscie, o al più congiunti col troncone di spina superiore ad essi. Ma nel *Supplemento al Trattato* l' Autore incomincia dall' esporre che, dopo di aver pubblicato questo, avvisò di provare se l' animale elettricità si fosse mostrata più pronta e più vigorosa con lasciar la rana quanto più si poteva vestita de' suoi naturali integumenti; aggiunge che si accorse in realtà di un accrescimento notevole di effetto nella prima delle accennate esperienze, solo per avere introdotto nella medesima il cambiamento di non svellere altramente la pelle dagli arti inferiori, ma d' aprirla sol tanto quanto poteva bastare acciò i sottoposti muscoli ricever potessero sopra di se medesimi i corrispondenti nervi crurali, e che, tentata una simile esperienza col nervo crurale esterno portato a *percuotere, od anche solo a toccare leggerissimamente* i muscoli, non più della coscia, ma della gamba (Op. 279 a 281), ottenne un pari successo; e finisce il suo preambulo con dire che volle Egli, nello stesso modo, cioè, con lasciare intatta la cute degli arti, ripetere l' importantissimo esperimento di far cadere

il nervo su d' un muscolo staccato dal cimentato animale, vale a dire, niente affatto comunicante con questo (Op. 281 - 282). Sentiamo ora propriamente le parole di Lui. — *Tentato l' esperimento*, Egli dice, *e fatto cadere l' uno de' nervi crurali su d' una porzione dei muscoli del basso ventre staccata dall' animale e stesa su d' un piano coibente, quei moti che nelle rane senza cute non mai era accaduto d' osservare, si manifestarono tosto senza il menomo equivoco, e senza la menoma comunicazione tra esso muscolo e l' animale che si cimentava. Un tal cambiamento d' esito d' esperimento mi sorprese non poco* ec. . . . . . Però, *fatti a tale oggetto molti e diversi esperimenti, rilevai in fine che tali contrazioni nascevano da un arco occulto formato nel nervo dal suddetto muscolo staccato, allorchè, lasciando cader quello sopra di questo, quello viene con questo stesso a contatto in varii punti* ec.—. Ma prima che vada innanzi coll' Autore, postochè il signor Grimelli si limita a citare la pagina del *Supplemento*, dalla quale ho estratto questo passo (Op. 282), chieggo, in grazia, dove mai si ravvisi fin qui tra il *Supplemento* ed il *Trattato*, non dico una *contraddizione esplicita*, ma un' ombra ben che minima di essa ? Tutt' altro che una contraddizione . . . . è un patente realissimo progresso, in una materia così sottile ed astrusa, che ci voleva la felice inventiva, la perspicacia, l' accortezza, le mani pur anche di un Galvani a poterla la prima volta riconoscere, e trattare con questo solenne successo. Non tanto la conservata cute nel tronco animale, quanto le cure ed avvedutezze speciali, avute dall' Autore nel rinnovare l' esperimento in discorso, danno assolutissima spiegazione del differente esito di esso esperimento tal quale è descritto nell' *Appendice*, con quello descritto primamente nel *Trattato*. Ciascuno comprende che è appunto su questa differenza di esito dell' esperimento, sul dirsi nel *Trattato* che le contrazioni, tentate nel modo di esso

esperimento, *non avvengono*, e sull' affermarsi invece, nel *Supplemento*, che *avvengono*, che il Prof. Grimelli ha primieramente ravvisata quella sua *contraddizione*.

L' Autore, proseguendo nel suo argomento, fa vedere tutta la probabilità dell' esistenza ed azione del proposto arco occulto, coll' escludere affatto due cagioni, che si potevano addurre del singolare fenomeno; cioè, lo stimolo che ricevesse il nervo nel cadere sulla molle sostanza muscolare, e la diversa capacità per l' elettrico che si supponesse nei nervi e nei muscoli. Di questa si sbriga facilmente, nè occorre che noi ne parliamo davvantaggio. Sopra l' altra, che meritava tutta la sua considerazione, che venne ben presto, od era di fresco stata opposta dal grande Volta al partito che i galvaniani traevano da simili esperimenti (V. Collez. delle Op. sue Tom. 2.°, Part. 1. pag. 226 e seg. in nota), Egli ottiene un pieno trionfo, dal momento che prova, che lasciando similmente cadere il nervo sopra duri ed aspri piani, ma coibenti, le contrazioni non si hanno (Op. 282-283), mentre invece, facendoli cadere sopra corpi conduttori, elle si eccitano, — *siccome eccitansi*, aggiugne egli medesimo, *all' applicazione di un arco metallico*, *benchè omogeneo*, *al solo nervo*, *come altrove fu esposto* — (Op. 286). Passa quindi ad avvertire che ancorchè dalle precedenti esperienze si rilevi che, a qualunque porzione del nervo venga applicata la sostanza muscolare, o la cute, o altra parte animale, possa farsi luogo al fenomeno delle contrazioni, pure nuove esperienze gli hanno dimostrato che esso accade più sicuramente, e più facilmente se la parte animale venga applicata, a guisa di arco, con un suo punto all' estremità del nervo, e con un altro punto alla teca membranosa del medesimo (Op. 286-287). Proposte quindi alcune sue idee sulla cagione per cui il fenomeno venga aiutato operando in siffatto modo (tra le quali idee è rimarchevole che egli esprima e vegga di buon occhio quella della

eterogeneità tra la sostanza della teca membranosa del nervo, e la sostanza midollare del medesimo, sporgente dall' estremità di esso reciso - Op. 288 -), Egli pon fine a' suoi discorsi sull' importante fenomeno con le notevolissime massime ed avvertenze contenute nel passo, che riporto qui sotto; passo che il sign. Prof. Grimelli ha verisimilmente il torto di non avere considerato abbastanza, allorchè, fatto da lui il ritrovato della contraddizione tra il *Trattato* ed il suo *Supplemento* (ritrovato che abbiam veduto essere una chimera, un *qui pro quo* e peggio), ei si è rivolto a cercarla ancora tra lo stesso *Supplemento* e le *Memorie*, ed ha creduto d' avervela rinvenuta, e lo ha proclamato con una franchezza..... sulla quale io ho tentato, ma non ho saputo darmi pace. Dice dunque il Galvani: — *Ma tornando all' arco che formasi quando* SI BATTE *il nervo su le carni staccate, egli è da avvertirsi che l' attitudine sua* È DI GRAN LUNGA MINORE *che non è quella dell' arco formato dallo stesso nervo applicato ai suoi muscoli corrispondenti. Di fatti ove trattisi di applicare i nervi ai proprii muscoli, quando l' animale sia vegeto, e le cose tutte camminino del pari, le contrazioni succedono sempre, e per non piccolo tratto di tempo, e con non poca forza; laddove, trattandosi di* FAR CADERE *il nervo su le carni staccate, le contrazioni mancano le non poche volte, non si eccitano per lo più che a breve spazio di tempo, e sono assai languide: inoltre quando non più si eccitano con quest' ultimo artifizio, poste tutte le circostanze eguali, si eccitano col primo; anzi ove sul pezzo di carne staccata* PERCUOTA *indarno il nervo, se pongasi questo stesso pezzo sovra i muscoli della coscia corrispondente al nervo, e nuovamente sopra il detto pezzo* CADER SI FACCIA *lo stesso nervo, immediatamente compariscono le contrazioni. Ciò a me è accaduto di osservare le molte volte, servendomi per carni staccate del piano muscolare formato dai muscoli del*

basso ventre. Finalmente IL SOLO LEGGERISSIMO CONTATTO *del nervo co' suoi muscoli corrispondenti è attivissimo a risvegliare le contrazioni;* MA NON MI È MAI ACCADUTO (nota bene) DI TROVARLO ATTO NELL' ALTRO CASO, ESSENDOSI SEMPRE RICHIESTA LA PERCOSSA DEL NERVO SU DELLE STACCATE CARNI. *Tale differenza sembra dimostrare certamente, in qualunque ipotesi, che il disequilibrio è realmente tra il nervo ed il suo corrispondente muscolo, e che la torrente elettrica scorre dal nervo al muscolo; ond' è che quando il contatto del nervo succede col suo muscolo corrispondente, l' arco naturale essendo allora applicato immediatamente al luogo del disequilibrio, e non così nell' altro caso, insorgono perciò e più prontamente e più efficacemente le contrazioni* — (Op. 288-289). È superfluo che io proclami essere questo uno de' preziosi luoghi del Libro *dell' Arco conduttore,* pe' quali il Libro stesso avrebbe meritato di rimanere vivissimo nella memoria de' fisici, e pe' quali doveva nascere, già tempo, ardente brama di ricercarne e riconoscerne l' autore vero, non tanto per tributare a lui i dovuti elogi, quanto per servir bene alla Storia del Galvanismo; ciascuno vede questo di per se. Ma vede pure ciascuno una cosa, che mi occorre notare prima di far passaggio col Prof. Grimelli alle *Memorie* dirette a Spallanzani, vale a dire, che se il fenomeno delle contrazioni, all' atto del toccamento del nervo col suo muscolo, è delicato, e se al suo felice evento richieggonsi condizioni e precauzioni speciali (le quali da niun altro fa d' uopo apprenderle che dal Galvani stesso, e particolarmente nel prezioso *Supplemento,* dalla pag. 290 alla 294), ma è molto più delicato il fenomeno delle contrazioni, all'atto del toccamento del nervo con un muscolo isolato, e sono maggiori, più squisite e tutto speciali le condizioni e precauzioni necessarie al successo del medesimo. Talmentechè uno, a cui questo fenomeno sia già conto perfettamente, ma quegli

stesso che l'ha scoperto e l'abbia di già annunziato, in progresso può asserire, senza cadere in contraddizione con se stesso, che un tale fenomeno, tentato in concorrenza col primo, non succeda, per mancanza di perfetto circolo conduttore, mentre il primo ha luogo, purchè nel suo presente caso non si diano tutte e singole quelle circostanze e precauzioni, che sono indispensabili all' avvenimento di quello. Ora, se l' amore al Galvani non mi offusca affatto la mente, dico la pura verità asseverando che questo appuntino è il caso suo in que' luoghi delle *Memorie a Spallanzani*, che il Prof. Grimelli annovera come contradditorii all' *Appendice*. Trattasi ivi nuovamente di accertare che le contrazioni, avvenienti nel toccamento o immediato, o mediante sole umide sostanze tra il nervo ed il suo rispettivo muscolo, non ponno derivare da stimolo, ed oltre la prova, già addotta nell' *Appendice*, dell' inefficacia del contatto dello stesso nervo con aspri e duri piani coibenti, il Galvani mette in campo l' inefficacia pure del contatto del nervo o con un pezzetto di carne di rana, o con umidità, ove queste non comunichino per niente coi muscoli della coscia alla quale quel nervo appartiene, ove cioè tale umidità o carne non rendano continuato e perfetto il circuito da nervo a muscolo, allorchè il nervo verrà a contatto dell' una, o dell' altra. Sì il Galvani asserisce alla pag. 313 delle *Memorie*, e ripete alle pagine 319, 321, 322, alle quali si riferisce il Prof. Grimelli, che in tal caso il fenomeno delle contrazioni non succede: ma qui il tronco animale onninamente scorticato; qui non raccomandata la percossa del nervo contro il muscolo staccato, nell' atto che lo tocca, anzi, avvertendo bene, esclusa (nella prima descrizione dell' esperimento di confronto, pag. 311, leggesi — *Si pieghi dunque a poco a poco, e con somma lentezza la coscia per cui si sostiene l' animale, sino a che l' estremità del nervo venga ad un blando e leggerissimo contatto con uno de' suoi muscoli* ec. —, e nella descrizione

dell' esperimento confrontato, pag. 313, dicesi, — *si faccia allora* AL SOLITO VENIRE A CONTATTO *il nervo col pezzetto di carne isolata* — n. b. *al solito* ec., cioè, blandemente e leggermente); qui non raccomandate altre cautele, ma qui specialmente non detta una parola sola, che faccia supporre che in questo caso il nervo venga a contatto del muscolo in vari punti, onde il secondo possa fare arco al primo, quell' arco che l' Autore nel *Libro* anonimo ha chiamato *arco occulto*, e che un simile arco possa sopperire alla mancanza del più perfetto ed attivo, che verificasi nell' esperimento di confronto. Qui, lo ripeto, l' arco occulto non è supposto, non è inteso, anzi parmi, dalle parole dell' Autore, affatto escluso. Invece in altri luoghi delle stesse *Memorie a Spallanzani*, non menzionati dal sign. Prof. Grimelli, nei quali, trattandosi di esperimenti analoghi a quello del contatto del nervo con carni staccate, si pronuncia, ed apparisce la presenza d' un cotal arco occulto, si proclama pur anche, di pieno accordo coll' *Appendice all' Opuscolo* anonimo, che il fenonemo delle contrazioni non lascia di mostrarsi: si veggano questi luoghi alla pag. 322 - 323, e dalla pag. 420 alla 422 della nostra Collezione. I quali luoghi, insieme cogli altri analoghi dell' *Appendice* (intendo analoghi nella sostanza), io menzionai nella nota della pag. 425 e seg., opponendone i sensi alla massima dell' illustre Nobili — *chiudendo il nervo della rana dentro un arco omogeneo non accade mai alcuna contrazione* — (V. Collez. delle Op. sue Vol. 1. pag. 74), e non mancai pure di citarli nell' Indice Alfabetico (Op. 498), al punto del medesimo significato così — *Accadono pure le muscolari contrazioni comprendendo coll' arco omogeneo il solo nervo della rana, sia esso arco o di metallo, o di sostanze animali* —: onde parmi che al sign. Prof. Grimelli non sarebbero mancati, nella nostra Edizione, riscontri opportuni a metterlo in avvertenza, allorchè concepiva l' idea di quella tale contraddizione.

Io spingerò forse l'analisi presente a troppa sottigliezza, ma non so astenermi dall'invocare in favore dell'assunto mio anche questa riflessione. Il primo de'luoghi da me ricordati qui sopra, il senso de'quali sta a martello, *nell'essenziale*, coll'*Appendice* tante volte nominata, comincia precisamente in fondo a quella pag. 322, che il ch. sign. Prof. Grimelli cita per ultima in suo favore, ed in cima alla quale incontrasi realmente un senso, che egli può aver preso per se. Ma dunque come ha egli avvertito questo senso, e non ha avvertito l'altro? Od avendoli avvertiti amendue, non ha più presto ritrovata la contraddizione tra di essi, così vicini, ed indubitatamente pertinenti ambedue al Galvani, di quello che ritrovarla tra uno dei medesimi e l'*Appendice*? Ciò tanto più mi sorprese fin dalla prima volta che ebbi sott'occhio l'Articolo Grimelliano, in quanto che io rammentava sì, che, minuzzando le Opere del Galvani nel curarne la ristampa, mi era apparsa, non una contraddizione, qualche larva sì di disarmonia tra il *Supplemento al Trattato*, ed i passi delle *Memorie a Spallanzani* corrispondenti alle pagine citate nello stesso Articolo, ma ben anche mi rammentava di una noterella da me posta sotto il luogo predetto delle *Memorie*, affine di aiutare il lettore discreto a riconoscere la perfetta concordia tra di queste ed il *Supplemento*, e a non dar corpo a qualche larva simile, che per caso si fosse presentata a lui pure. Ma altro che una larva simile! al signor Grimelli si presentò il vistoso corpo di una *esplicita contraddizione*.... e comprendo benissimo che quella mia noterella, che dice solo così — *Vedi il precedente Supplemento per contrazioni simili a queste ottenute senza apparente circuito ec.* — (Op. 323), non poteva valere a sgombrargli dalla mente un sì imponente fantasma. Eppure tornato io adesso sopra ai passi delle Memorie, cui il Prof. Grimelli deve avere squadrati bene nell'addurli in appoggio della contraddizione proclamata da lui, e squadratili

aucor io con ogni scrupolo, non vi ho ritrovato che de' nei, de' moscerini, i quali, come non ho potuto avvisare che a lui siano paruti giganti, così ho creduto e credo che il male sia venuto dal non avere egli considerati a dovere, secondochè ho esposto di sopra, que' passi del *Supplemento*, che mise, o doveva mettere a fronte degli anzidetti, e dal non avere forse nè pure veduti gli altri passi delle medesime *Memorie* da me precedentemente ricordati. I nei sono questi. — L'Autore doveva farsi riguardo di adoperare la parola *percuotere*, che incontrasi alla terza linea della pag. 314, quantunque lì la parola stessa sia impiegata ad indicare l'effetto di quell'acceleramento del moto del nervo contro il muscolo che, secondo il Volta, era prodotto per l'attrazione capillare tra l'umidità dell'uno e quella dell'altro, quando pure il primo fosse portato lentissimamente a contatto del secondo, e non indichi già la *percossa* che si ha *battendo* a bella posta il nervo sul muscolo staccato, o cavando tutto a un tratto di sotto al nervo il cilindretto coibente, con cui si teneva alto su del muscolo, e lasciando cadere così il nervo stesso sopra di questo. — *Si toglie ogni ragionevole sospetto di stimolo*, così leggesi a pag. 315 lin. 17, *dalla costanza con cui succedono le contrazioni, allorchè il pezzo di carne .... comunica colle sottoposte carni* (quelle della coscia a cui spetta il nervo condotto a contatto del pezzo di carne), *e dalla* COSTANZA CON CUI MANCANO *allorchè non v' abbia questa comunicazione* ec. —: benchè qui, per - *costanza con cui mancano le contrazioni* ec. -, si debba intendere *con cui mancano nel caso nostro, nel modo che esperimentiamo di presente* ec., pure sapendo l'Autore che vi era un modo di esperimentare, col quale le contrazioni, anche senza la detta *comunicazione*, potevano avvenire, sembra che Egli qui avesse dovuto usare un'espressione meno assoluta, per non dar luogo ad equivoci a chi troppo non riflette e non pondera. Con tutto che alla pag. 319

l'Autore impieghi l'espressione - *cadere*, *far cadere* il nervo sul muscolo -, allorchè trattasi del nervo col suo rispettivo muscolo nello stesso tronco animale, e preferisca l'espressione - *venire a contatto* il nervo col muscolo -, quando invece trattasi che questo sia distaccato ed isolato da quello, nullameno, per lo stesso preaccennato motivo, sarebbe stato meglio che avesse adottata anche pel primo caso la seconda espressione —. Ecco tutto.... Ma doveva io farmi carico di appuntare, nella nostra Edizione, queste vere meschinità (vie più appariscono tali se si riflette che il Galvani, non essendosi nominato autore del Libro *dell'Arco conduttore*, non dovette essere così attento ad armonizzare, fino all'identità delle parole, con questo Libro il susseguente delle *Memorie a Spallanzani*, come forse avrebbe fatto se d'ambedue si fosse chiamato autore), quando, per le ragioni superiormente esposte, parevami così chiaro che chiunque avesse guardato alla sostanza, chiunque avesse pigliato sott'occhio tutti i luoghi analoghi dell'Autore, non avrebbe potuto, in causa di simili nei, dar ricetto al ben che minimo scrupolo sulla perfetta consonanza degli stessi luoghi? E quando io ancora considerava che di seguito ai passi, ne'quali taluno avrebbe potuto adocchiare le prenotate miserissime mende, se n'avevano due altri, in cui l'Autore veniva come a correggersi da se delle medesime? Questi due passi incontransi alle pag. 321, 322, e sono gli ultimi delle citazioni del Prof. Grimelli: io li trascrivo, e ciascuno giudicherà con quanto proposito egli abbia potuto invocarli per se:—*dimanderei la ragione*, il primo è motivato così, *perchè nel caso di un nervo d'un animale preparato*, MESSO A LEGGIER CONTATTO *con un pezzetto di muscolo isolato, non si producano le contrazioni?*—; ed il secondo così—*perchè similmente se questo nervo* SI FACCIA BLANDEMENTE CADERE, *non sui muscoli della coscia dello stesso animale, come dicemmo, ma su quelli della coscia di un altro staccato dal primo, neppur s'abbiano*

in questo caso? —. Si conferma dunque che il sign. Prof. Grimelli disconobbe se non altro l'importanza della condizione, che il contatto del nervo col muscolo staccato succeda con percossa, assegnata, nell'ultimo de' passi dell'*Appendice* superiormente trascritti, come necessaria alla riuscita delle contrazioni, nel modo di tentarle del quale si ragiona. E sì che non solo nell'*Appendice*, ma ancora nelle stesse *Memorie a Spallanzani* il Professore di Modena avrebbe potuto riconoscere la differenza, ritrovata dall'Autore in simili esperimenti, tra *il leggiero contatto*, ed il contatto accompagnato da *percossa*. Sulla fine della pag. 378, che spetta alla 4.ª *Memoria* (i luoghi citati dal Grimelli cadono tutti nella 1.ª *Memoria*, e sul principio della 2.ª), s'imprende a ragionare di una tale differenza, pel caso che il toccamento accada tra corpi molli facenti da armatura, o da arco alla rana preparata; e premesso l'avvertimento, che -, *per eccitare le contrazioni, ordinariamente non basti il semplice e leggiero contatto tra di essi corpi, ma vi si richieda inoltre la caduta, o sia la percossa dell'uno sovra dell'altro* - (sono tutte parole del testo), si aggiunge — *e ciò, non solo perchè un tal impulso invita in maggior copia l'elettricità, ma sì ben ancora perchè, facendo esso venire le superficie dei detti corpi ad un più perfetto e più intimo contatto tra di loro, rende più tenue e più sottile, ed in conseguenza più facilmente superabile dalle sole forze naturali dell'elettrica torrente, lo strato dell'umidità che rimane frapposto alle medesime superficie nel luogo di esso contatto. Perciò nasce, se non erro, che formando l'arco di sostanze animali, come di muscoli, di nervi, di pelle, ovvero, di carta, o di legno inumidito, fa di mestieri, per ottenere i moti muscolari, che il medesimo arco sia diviso in due pezzi, e che l'uno d'essi si faccia cadere sovra l'altro ec.... Un caso però vi ha in cui il leggierissimo contatto di un arco anche intero, dell'arco formato dal solo nervo, è bastevole per eccitare i movimenti muscolari*

anche i più forti. Ed egli si è allorchè il nervo sciatico dell'animale preparato, com'è proposto nel Libro anonimo (Op. 211, 212)*, si conduca blandissimamente a contatto della sua corrispondente coscia. Ma chi non vede che allora si tratta del solo arco naturale, e di un brevissimo, e speditissimo, ed immediato tragitto della torrente elettrica, quale si è quello dal nervo al muscolo?..... In fatti se si ponga un pezzo di muscolo staccato, od un altro corpo umido al luogo della coscia col quale prima si portava a contatto il nervo, e questo si conduca ad un leggerissimo contatto con un tal pezzo di muscolo, o niun moto, o d'ordinario assai languido si ottiene; ma ben si ha vivace e forte se si faccia cadere il nervo sul medesimo, perchè allora l'urto con cui cade pare che non solo inviti con maggior forza l'elettricità, ma che venga ad assottigliare lo strato frapposto dell'umidità, e ad agevolare ed accrescere il corso della torrente elettrica —.* Il ragguardevole passo (checchè si possa a nostri dì pensare delle addotte cagioni, onde avvenga che la percossa nel contatto, in simili delicatissimi esperimenti, sia di tanta efficacia, che è la cosa provata di fatto) suona troppo di per se il perfettissimo accordo coll'*Appendice* al *Trattato*, la illustrazione, il compimento che ne è, nella preposta specialità, perchè io non abbia a ritenere d'aver dato un bel fine alla lunga quistione, coll'addurlo, senza altri comenti, in ultimo luogo.

Avanti di rivolgere il discorso ad altre parti dell' Articolo del Grimelli professerò non invano che a tutte le minutezze della precedente analisi, ed a pigliar lena, nel corso della medesima, da ogni fatta d' argomenti, fui principalmente condotto e continuamente stimolato dal pensiero che, ove fossi riuscito ad elidere per ogni verso le dubitazioni ed asserzioni del Grimelli, avrei anche con ciò raffermata al Galvani la gloria di una preziosa scoperta, quella delle contrazioni per mezzo dell' arco formato da una sola sostanza animale, ed

opposto al solo nervo della rana. E invero quanti pretendenti essa non avrebbe, se si potesse credere che il tante volte nomato *Supplemento* fosse uscito più tardi del 1794, o che il suo Autore l' avesse poscia smentita col contraddirla? Valga, per tutti, il menzionare l' onorandissimo signor F. - A. De Humboldt colla sua Opera, che porta per titolo — *Esperienze sul Galvanismo, ed in genere sull' irritazione delle fibre muscolari e nervose* —, pubblicata in tedesco nel 1797, e riprodotta in francese due anni dopo (Sue Hist. du Galvanisme ec. Par. 1.ª, e 2.ª pag. 133, e 38): si guardi un po' l' estratto che ne dà M.r Sue nella Parte seconda della sua Storia del Galvanismo, e si esamini specialmente il numero 7.° alla pag. 45; si vedrà con quanta sicurezza la suddetta scoperta venga attribuita al De Humboldt da quella Istoria, che mal appena menziona il Libro *dell' Arco conduttore*, e menzionandolo lo fa dell' Aldini (Op. cit. Par. 1.ª pag. 139), che vi porge un pessimo sunto delle *Memorie a Spallanzani*, e che sotto altri riguardi ancora manca talmente verso il fondatore del Galvanismo, che si può ben giurare che nissuno in essa vi sta peggio di Lui. Ma la cosa che testè io diceva si comprenderà anche meglio nell' estratto assai più bello ed accurato della medesima Opera del De Humboldt, che si ha negli - *Elementi di Fisica* - del Poli alla pag. 324 e seg. del Tomo 5.°, Ediz. 5.ª di Napoli del 1803: nel paragrafo segnato del numero 1946 (pag. 328) ho letto con piacere il passo che viene opportuno nel presente caso; se non che mi è doluto di non ritrovare in questo Trattato di Fisica alcun indizio, che il chiarissimo Zoologo e Anatomico di Napoli, nel pubblicarlo in quel tempo, già posteriore d'un lustro alla morte del Galvani, conoscesse i lavori di Lui susseguenti al Commentario. Basterà, al prenotato oggetto, che io qui riporti il principio di un tal passo, che è questo: — *Riuscì all' autore inoltre di cagionar delle contrazioni fortissime*

toccando due diversi punti d' uno stesso nervo per via di parti animali, senza l' intervento d' alcun metallo —. Vedesi adunque che la cosa era di già abbastanza guasta, che la nostra Collezione Galvaniana aveva già abbastanza sopra di se anche in questa relativa riparazione, senza le nuove asserzioni e dubitazioni del ch. sign. Prof. Grimelli.

Estesomi tanto, o bene, o male che io abbia fatto, nell' esame della metà o poco più dell' Articolo, passerò di corsa sull' altra metà, anche per non abusare maggiormente della cortesia di chi m' ascolta. Protesto però che in questa parte dell' Articolo riscontransi non poche cose, che, a giudizio mio, non si potevano nè concepire meglio, nè meglio significare; ed aggiungo, analogamente a quanto professai dapprima, che se non fosse stato che per le mende, che in questa parte pure io ravviso, che avessi dovuto pensare alla revisione dell' Articolo, forse non mi sarei risolto ad applicarmivi colla penna in mano.

IX.

Rispetto al — *quadro il più conciso possibile dei capitali discoprimenti del Galvani* —, dato alle pag. 5, 6 dell' Articolo, limiterò le mie osservazioni sopra un solo punto, quello che in esso quadro cade al numero 6.°, ed è intitolato così: — *Contrazioni ottenute con archi stabiliti non solo fra nervo e muscolo, ma anche su due distinti punti o del solo nervo crurale, o dei soli muscoli* —. L' autore dell' Articolo, in appoggio del suo assunto, che è dunque che la scoperta pure di cotali contrazioni appartiene al Galvani, cita solamente i Capi 8.° e 12.° del *Trattato dell' Arco conduttore*, e la *Memoria* 3.ª *a Spallanzani*. Voglio essere parco, rassegnandomi a tacere sul caso, qui non contemplato dal medesimo autore, che l' arco sia formato di sostanza animale od umida, e considerare con esso lui il solo caso dell' arco metallico. Dico adunque che se

realmente il Galvani non avesse discorso di queste contrazioni che nel *Trattato*, e nelle *Memorie*, Egli non ne sarebbe lo scopritore. Che non lo sia, è proclamato dall' opinione, già venuta comune tra i fisici, la quale rende questo onore al Volta ed al Pfaff; che lo sia, è dimostrato nella nostra Edizione alle pag. 466, 467, ove si citano passi del Commentario e della Lettera al Carminati (Op. 88, 101, 113-114, 151), ne' quali il fatto delle contrazioni, all' applicazione dell' arco metallico ai soli nervi, od ai soli muscoli della rana, viene nitidamente riferito, e sottilmente interpretato. Queste due produzioni bisognava menzionare, anteriori per certo agli scritti relativi del Volta e del Pfaff o di altri qualunque sieno pretendenti ad una tale scoperta, que' passi citare, che furono per ingiusta parzialità o per poco studio tenuti in non cale, e non già citare soltanto le produzioni del Galvani posteriori ai predetti scritti. Ciascuno che voglia dare una passata alle ricordate pagine dell' Edizione nostra riconoscerà, spero, giusta questa mia insistenza; alla quale sono stato incitato pur anche da un nuovo luogo di quella cara Storia del Galvanismo di M.r Sue (che fa legge!!), cadutomi sott' occhio nello scartabellarla in questi giorni: — *à l' égard des parties des animaux*, così vi si legge alla pag. 177 della Par. 1.a, *que les auteurs regardent comme nécessaires dans l' arc, ils diffèrent beaucoup entre eux. Ainsi Galvani, et ceux qui d' après lui expliquent les phénomènes galvaniques par l' analogie avec la bouteille de Leyde, exigent que le muscle et le nerf soient tous les deux présens dans l' arc. Fowler est un de ceux qui a le plus défendu cette opinion. Mais Pfaff l' a absolument détruite par une expérience qui prouve que les mouvemens ont lieu par l' armature des nerfs seuls: aussi les meilleurs auteurs sont-ils de ce dernier avis* — . Cosa abbia sostenuto il galvaniano Fowler io non so (chè non lo giurerei sulla fede di M.r Sue): so bene che il Galvani in buon

latino (nel Commentario), ed anche in italiano (nella Lettera al Carminati) ha chiaramente esposto e trattato il fatto de' moti muscolari avvenienti allorchè con l'armatura e l'arco non è impegnato che il solo nervo, o che il solo muscolo. Che i moti avvenienti allorchè nervo e muscolo insieme sono impegnati coll' arco favorissero più dei precedenti la teoria del Galvani, ed Egli se ne mostrasse inteso, è un conto; che Egli non abbia conosciuto il fatto di questi, o non motivando il fatto stesso siasi lasciato prevenire da successori nella scoperta del medesimo, è un altro conto, ed è appunto quello che non sta, checchè il grande Volta pure siasi lasciato sfuggire in proposito nella sua Lettera a Tiberio Cavallo (V. Collez. delle Op. sue Tom. 2.° Par 1.ª pag. 135-136): di questa Lettera unicamente fecero capitale, ne' loro analoghi giudizi, gli scrittori francesi, fors' anche per la ragione che essa Lettera, in originale, è in francese. Ma non voglio che M.r Sue, ed il Volta m' allontanino di più dall' Articolo del ch. sign. Prof. Grimelli, e dal prenunziato fine.

X.

Siamo perfettamente d'accordo col sign. Professore nella massima che tanto il Galvani, quanto il Volta, più il primo, meno il secondo, si lasciassero trasportare dai rispettivi sistemi, esclusivamente o troppo modellati sugli studi proprii a ciascuno di loro; che il fisiologo peccasse in Fisica, non che il fisico in Fisiologia (questa massima notammo conformemente, certo senza sapere l'uno dell' altro, egli nella sua Opera, di già menzionata, pag. 248-249 ec., ed io nel Rapporto, pag. 92 a 94 ec.). Ma mentrechè io sostenni nel Rapporto, e confermai in una nota alle Opere (Rap. 93-94, Op. 413-414 in not.), che il più serio deviamento del Volta, per spirito di sistema, apparisse nel suo ragionare della Torpedine, e che, al contrario, in

questo speciale soggetto il Galvani, vagante rispetto a certe esperienze sulla rana, avesse camminato sul sodo, e colto il più bel frutto dell'attaccamento al sistema suo, onde parevami, in somma, che questo stesso soggetto della Torpedine avesse dato luogo a scoprire il debole del sistema di Volta, ed il buono del sistema di Galvani, ben diversamente, ed anzi oppositamente da me la sente su di ciò il Prof. Grimelli, così nel presente Articolo, come nella su lodata Opera, della quale ci riporta qui pressochè le parole (Op. sua pag. 247-248). Ei dice che, per quanto Galvani e Volta siano discordi, — *i concetti loro si rannodano e si identificano nel ragionare la elettrogenesi-fisiologica delle torpedini e in genere de' pesci elettrici* —; e l'unica prova, che egli adduce della sua sentenza, è questa — *che l'uno e l'altro invocarono in proposito l'azione organico-vitale* —. Io non posso, e non amo di far qui una disputa lunga e larga, riportando e comentando tutti gli analoghi luoghi dei due celebri Scrittori che più volte ho avuti sott'occhio e meditati; voglio sì accennare le ragioni per cui non so consentire all'opinione del Prof. Grimelli, e per cui mi rimango nella mia. So, e sapeva che tanto il Volta, quanto il Galvani invocarono, trattando dell' elettro-mozione della Torpedine, l'azione *organico-vitale*, la *volontà* pur anche dell' animale, e cose simili; ma sembravami, e sembrami tuttora, che l'uno la invocasse seriosamente, e l'altro apparentemente, e, direi quasi, per forza; che l'uno la sostenesse e confermasse sempre, fino al termine del suo ragionare, e l'altro in sostanza la smentisse interamente, l'abiurasse sul più bello, non concedendo ad essa, a questa *azione organico-vitale*, più che non si concederebbe alla più comune e pura fisica azione. Che il Galvani su di ciò non siasi giammai smentito è certo, e nessuno può dubitarne (Egli aveva interesse anche di troppo! a far risaltare, ed a generalizzare questa azione elettromotrice *organico-vitale*); che il Volta invece siasi smentito da se, su di ciò,

persisto a inferirlo da quel passo della sua famosa *Lettera* al Configliachi, che addussi nel Rapporto (Rap. 93), e nel quale azzarda fino di asserire: — *che dagli organi elettrici della Torpedine soli recisi, separati intieramente dalle altre parti dell'animale, spogliati d'ogni aderenza, nudi e mondi*, egli *si aspettava, non solo le scosse, e gli stessi segni elettro-metrici come dal pesce intiero, intatto, e vivo, ma quelle e questi* PIU' MARCATI ANCORA, *mercè il solo semplice spediente di tener compressi tali organi (così separati dall'animale, e messi al netto) fra due lastre metalliche, applicatevi, dove prima erano applicate e aderenti la pelle del ventre, e la pelle della schiena dello stesso animale ec.* — (V. Collez. cit. delle Op. sue Tom. 2.° Par. 2.ª pag. 269-270 ec.). Può egli darsi un più assoluto abbandono, un maggiore, più schietto rinnegamento dell' invocata azione, degli strumenti, delle forze proprie della vita? Ed oltracciò, dopo le esperienze dello Spallanzani e del Galvani, mettenti fuor di questione la capitalissima influenza del cervello, e de' nervi degli organi elettrici sulla speciale virtù di questi, non era quasi insensato (me lo perdoni il grande Volta) il tentativo proposto nel riportato passo, ed il vagheggiato successo del medesimo? Ho dunque avuto torto io di pronunziare, nella suddetta nota alle Opere Galvaniane (Op. 413-414), che il Volta nella sua esercitazione speculativa sulle Torpedini (non fu dato a lui di trattare sperimentalmente la Torpedine viva), contenuta nella *Lettera* all' illustre successore, ebbe in non cale, per un nulla quelle tali esperienze dello Spallanzani e del Galvani, tuttochè concludentissime? È stato sulle tracce e suggerimenti di lui, o sulle tracce e suggerimenti *ed esperimenti* di questi, che moderni fisici hanno raccolto qualche novello frutto sulla virtù elettrica nativa di quegli animali?.....

Per me sa molto di stravaganza che, non dico un Grimelli, dottissimo medico e fisico, ma pur uno che abbia soltanto

sentito parlare di organismo, di vita ec., come sono io, possa scostarsi in ciò dall' opinione da me ritenuta. Ma forse m'inganno io a partito, appunto per essere quel che mi sono, cioè, digiuno affatto di studi medici. Sia pur che m' inganni, e tanto. Tuttavia non so resistere alla tentazione, che mi viene dall' argomento, di manifestare una rettificazione ad un' epigrafe, dedicata al sommo Volta medesimo, occorsami quando lessi questa la prima fiata; il che fu un pezzo avanti che mi occupassi del Galvani. La epigrafe è quella che fregia il suo ritratto in fronte all' arcistupenda Memoria — *L' identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico vittoriosamente dimostrata con nuove esperienze ed osservazioni* — pubblicata e corredata di note dal ch. sign. Prof. Configliachi (Pavia 1814); è concepita così:

ALEXANDER · VOLTA
IN · RE · ELECTRICA · PRINCEPS
VIM · RAIAE · TORPEDINIS · MEDITATUS
NATURAE · INTERPRES · ET · AEMULUS.

Io adunque, consideratala, in mio pensiero cruccioso (il male non sta nella sola epigrafe, in quella Memoria) concepii sulla medesima una sgarbata variazione, guastandola così:

ALEXANDER · VOLTA
IN · RE · ELECTRICA · PRINCEPS
POTIUS · COMMENTARIUM · GALVANI
QUAM · RAIAE · TORPEDINIS · VIM · MEDITATUS
NATURAE · INTERPRES · ET · AEMULUS.

Mi guarderei bene, Colleghi Umanissimi, dal divolgare siffatta iscrizione senza accompagnarla col doveroso e fervido desiderio di vederla sostituita da un' altra, non dico più propria,

ma specialmente più degna. E degnissima, a mio intendimento, sarebbe una, che, non alludendo per nulla alla parzialità che ebbe la Scuola di Pavia pel suo Volta, rendesse giustizia egualmente e a quella Scuola, e alla Scuola di Bologna.

Sono questi i caldi miei voti, questi i miei sensi. Essi mi animarono nelle precedenti fatiche sul Galvani, essi mi hanno animato nel presente quale che sia lavoro, ed è con essi che, nel porre termine al medesimo, stendo la mano all' illustre dotto che vi ha dato occasione, professandogli molta stima, ed il più sincero affetto; la stima, per la soda erudizione, la sana dottrina fisica ed altri pregi della sua Opera su lodata (p. 8-9); l'affetto, per le distinte riparazioni che nella stessa Opera consacrò al merito del nostro Galvani.

APPENDICE

SOPRA UN' EDIZIONE MACERATESE DI ALCUNE OPERE
DEL CEL. P. BECCARIA, NELLA QUALE SI FA MENZIONE
PER LA PRIMA VOLTA
DEL *SUPPLEMENTO AL TRATTATO DELL' ARCO CONDUTTORE*
E DI UN IMPORTANTE FENOMENO ELETTRO-FISIOLOGICO
DESCRITTO NEL *TRATTATO* MEDESIMO.

APPENDICE

Dal precedente Discorso si vede chiaro quanto possa convenire il porre nel maggior lume possibile il più cospicuo degli argomenti che si hanno dell' epoca vera in cui venne fuori il *Supplemento al Trattato dell' Arco conduttore*, quale si è l' argomento desunto dalla *Lettera del* 22 *Novembre* 1794, già rammentata più di una volta nel Discorso medesimo (p. 13, 15). Ripeterò ora quello che dissi nella nota alla pag. 500 della Collezione Galvaniana, cioè, che una tale *Lettera*, intitolata - *Del fluido elettrico animale* -, commenda, tra gli Opuscoli su questo soggetto usciti fino a quel tempo, anche il *Libro dell' Arco conduttore*, fa distinta menzione del *Trattato* e del *Supplemento*, che lo formano, ed espressamente lo annunzia stampato mesi prima. Per la qual cosa si può star certi che in Agosto, od in Settembre del 1794 questo *Libro* avesse col *Supplemento* il compimento suo, mentre la prima e principale parte del medesimo era già stata pubblicata separatamente vari mesi avanti, vale a dire sul principio dello stesso anno (Rap. 97 in nota). Siccome però la *Lettera* è inserita in una tal Edizione di Macerata di varie Opere del cel. P. Beccaria non ricordata da alcun fisico, da alcun erudito, a mia saputa; siccome la medesima porta per tutta firma le due lettere maiuscole L. P., per cui in sostanza è anonima (oh! vedi caso, che una produzione anonima servir

dovesse ad illustrarne una parimente anonima); siccome, da ultimo, la stessa *Lettera* mostra effettivamente colla data del paese, *Ancona*, la suddetta del tempo, 22 *Novembre* 1794, ed invece il Volume in cui è stampata ha nel suo frontispizio e ne' visti della Censura la data 1793, così sono d'avviso che al premesso scopo, ed anche alle brame degli eruditi, possa conferire che io esponga alquante notizie su quella ignota, o dimenticata Edizione, che palesi come sia pervenuto a scoprire il nome ascoso sotto la predetta firma L. P., e che infine sciolga l' imbroglio del recare la *Lettera* una data, posteriore a quella dell' Opera, in cui la *Lettera* medesima venne prodotta.

Molti anni prima de' miei studi sul Galvani io m' era procacciata qui in Bologna l' Edizione di Macerata, *per la nuova Stamperia di Antonio Cortesi*, *di Opere sull' Elettricismo del P. Beccaria*, *con molte note nuovamente illustrate*, e consistenti principalmente ne' *Due Libri dell' Elettricismo Artificiale e Naturale* (stampati originalmente in Torino nel 1753), e nelle famose *Lettere dell' Elettricismo al Beccari* (prodotte dapprima nel 1758 per la singulare Stamperia de' Ghisilieri, in Colle Ameno qui presso Bologna), Edizione compresa in due grossi Tomi in 4.° grande, il primo de' quali, diviso in *due Libri*, ha in fronte il titolo — *Dell' Elettricismo Artificiale* —, ed il secondo, diviso in *tre Parti*, ha il titolo — *Dell' Elettricismo Terrestre ed Atmosferico* —; ed aveva io particolarmente fissate nella Edizione medesima le 14 *Lettere* di argomento elettrico (tra le qnali è la suddetta sull' elettricità animale), che tutta quasi compongono l' ultima *Parte* del secondo Tomo, la quale *contiene*, come si legge nel relativo antiporto, *le nuove Aggiunte degli Editori*. Io non sapeva darmi ragione che questa Opera fosse tanto comune in Bologna da ritrovarsi spesso, e potersi avere a buonissimi patti da que' nostri piccoli mercanti di libri,

che li stendono a mostra in piazza, se non che dubitando che qui esistesse un deposito dell' Opera medesima, e che forse il principale editore ne fosse stato un qualche dotto bolognese. Ma non avendo io allora alcuno speciale eccitamento per chiarirmi della cosa, mi ristetti alle prime relative indagini, non coronate d' alcun successo.

In progresso, ed appunto quando nell' Ottobre del 1839 passava di Bologna, reduce dal Congresso di Pisa, il ch. sign. Prof. Belli (il quale, nel suo *Corso* di Fisica veramente originale italiano, profondo ed ottimo pe' maestri, facile ed ottimo pe' discepoli, da tutti a vedersi compiuto desideratissimo, ha restituito interamente alla sua maggiore e meritata gloria il P. Beccaria, di forma che può dirsi che questi ebbe già nell' enunciato *Corso*, in quel suo pregiatissimo volume dell' Elettricità, un monumento d' onore, non secondo a quello di marmi e iscrizioni, tuttochè sontuosissimo, che la patria stima e riconoscenza, applaudite da una solennità di dotti nazionali e stranieri, gli erige adesso in Mondovì), io m' accostai confidente a tanta sapienza per apparare di molte cose, ma in particolarità tutto quello riguardar potesse le produzioni sull' Elettricismo del Beccaria. Fui in fatto favorito dal Belli di note relative alle varie edizioni di esse, spogliate da lui con sì rilevante vantaggio della Scienza, e dell' Istoria sua; ma dell' Edizione suddetta di Macerata ei non aveva contezza alcuna; per cui mi tornò grato di poterlo in qualche guisa contraccambiare, dandogli io pure in nota, e mostrandogli la stessa Edizione. Se ad un Belli la medesima riesciva nuova, concludetti essere ormai disperabile di vederla citata da chicchesia. Tuttavia non mi stetti dal ricercarla in molte Opere. Quando fui maggiormente scoraggiato, nella mia indagine, nel non ritrovare di essa Edizione pure un motto all' Articolo della - *Biographie Universelle* - dedicato al Beccaria elettricista, quantunque uscito nel 1811, cioè 17 anni dopo

l' Edizione in discorso, e quantunque disteso da quel ch. De Balbe (conte Prospero Balbo), che ebbe in legato dal Beccaria stesso i MSS. suoi, che amò e protesse grandemente lui in vita, e lo onorò dopo morte.

Colla mira principale sempre di conoscere gli editori ed annotatori delle disegnate Opere, ed in particolare quel tale L. P. (che sognai poter essere Luigi Palcani) soscritto a quasi tutte le suddette *Lettere*, approfittai nel Giugno del 1840 della propizia occasione che il ch. sign. Cav. Antinori, Direttore del Museo di Firenze, stava in Macerata, per interessarlo all' oggetto della mia ricerca; ed egli con quella fina gentilezza che lo adorna, ma più con una favilla di quel santo ardore, col quale il vedemmo in distintissimi incontri rivendicare, sostenere, e divolgare le fame italiane (esemplarissimo esempio! ma vuolci, a seguirlo, il cuore e la mente di lui), si piacque di assumere tutte le indagini più dicevoli all' intento mio, facendo suo l' intento medesimo, e fu sollecito a darmi queste inaspettate informazioni: che presso gli eredi dello stampatore Cortesi esistevano tre sole copie, tutte del solo primo Tomo della ricercata Edizione; che pure in quella Biblioteca pubblica rinvenivasi soltanto il primo Tomo; che del secondo non avevasi in quella Città cognizione alcuna, come se nè pur fosse stato edito ivi, e che molto meno se n' aveva dell' anonimo L. P. (avvertiva di essersi diretto a tutti i dotti, e professori più provetti del paese). Intorno a ciò gioverà sapere che nè dalla Dedica degli editori al Principe Chigi, nel primo Tomo, nè dall' Avvertimento *a chi legge*, che precede nello stesso Tomo unsunto della Storia dell' Elettricità (lavoro non ispregevole degli editori medesimi), nè dal consecutivo Elogio del Beccaria (egregio lavoro, cosa non manifestata dagli editori, del ch. Fabroni (1), ma curiosamente in qua in là mutilato), nè

(1) V. Tom. 2.° pag. 103 ec. dell' Op. di A. Fabroni che ha per

finalmente dalle note dello stesso Tomo, si può trarre il più lieve indizio su di alcuno di essi editori, mancandovi fino quella tale firma L. P., che si vede nella Parte terza del secondo Tomo. Ma che questo Tomo pure venisse stampato a Macerata pare indubitabile, non solo in vista del suo frontispizio, ma anche pel seguente senso, che s' incontra nell'accennato Avvertimento (pag 8): — *Questa nostra Edizione fu promessa colle stampe di Ancona*, e fu colà *incominciata per compiersi nel solo spazio di sei mesi: eppure non può divolgarsi, che dopo un anno di tempo*, E COLLE STAMPE DI MACERATA. *Che strane metamorfosi! Che dolorose combinazioni!* (alludono gli editori alle *impreviste eventualità*, *all'imperizia*, e *all'ingordigia dei tipografi*, delle quali menano lagnanza un po' prima).

Dal preindicato tempo fino a quando stava per uscire la nostra Edizione Galvaniana, alle Opere del Beccaria stampate a Macerata non pensai più, e fu un danno: imperocchè con esse scordai quella *Lettera* segnata L. P., che menzionava non solo l' *Opuscolo dell' Arco conduttore*, ma ben anche un importante fenomeno in esso descritto, come si vedrà alla fine di questa Appendice; e per sì strana dimenticanza mia la stessa Edizione Galvaniana manca di una pregevole notizia istorica relativa appunto ad un tale fenomeno, e poco stette che non mancasse ancora della su nominata più cospicua prova del tempo in cui uscì il *Supplemento al Trattato* ec.. Ma nel mentre che col collega D.r Breventani (il quale ebbe molta parte nel condurre a buon fine la stampa della Collezione nostra, ed a cui io in particolare vado debitore di suggerimenti non pochi, e non lievi per le mie note alla medesima, che tutte, pria di stamparle, volli sottoporre alla sua acuta revisione) stavamo preparando il secondo Indice della

titolo — *Elogi di Uomini Illustri* — Pisa 1789.

Edizione, mi sovvenne della *Lettera* firmata L. P., dei due Volumi delle Opere del Beccaria ec., e feci allora una cosa, che non so come avessi trascurata in passato, cioè andai a cercare i due Volumi nella Biblioteca di questa P. Università. Li trovai subito, e subito mi chiarii sulle cose, che maggiormente mi premevano. Imperciocchè il primo Tomo di questo esemplare della Biblioteca, invece del frontispizio, che trovasi nel primo Tomo dell' esemplare mio, espresso così — *Dell' Elettricismo, Opere del P. Giambattista Beccaria, con molte note nuovamente illustrate, Tomo I, Dell' Elettricismo Artificiale* ec., *Macerata* 1793, *Dalla nuova Stamperia di Antonio Cortesi* —, ne mostra uno concepito in quest' altra maniera — *Dell' Elettricismo Artificiale, Opere del P. Giambattista Beccaria ec., Con molte note nuovamente illustrate* DALL' ABATE LODOVICO PATUZZI ec., *In Macerata* 1794, *Dalla Nuova Stamperia di Antonio Cortese* — (anche le vignette dei due frontispizi, ed i tipi sono diversi). Basti, credo, l' aver prodotto qui il frontispizio dell' esemplare della Biblioteca, perchè ciascuno vegga come io abbia potuto, nella su mentovata nota alla pag. 500 della nostra Collezione, dietro le tante volte ricordate lettere L. P. mettere francamente *Abate Lodovico Patuzzi*. Di più se poteva parer strano che, conforme avvertimmo, la - *Lettera del fluido elettrico animale* - (di tanto valore per noi) fosse data *del* 22 *Novembre* 1794, mentre il Tomo che la racchiude canta 1793, e se, per spiegare una tale dissonanza di date, non fosse occorsa la facile ragione che il frontispizio di questo Tomo fosse stato stampato nel 1793 in un colle prime pagine della materia del medesimo (in realtà la carta di esso frontispizio forma parte integrante del primo foglio di materia del Volume), e che la stampa, massime della parte *contenente le nuove aggiunte degli Editori*, venisse ritardata, e compiuta soltanto nel 1794, si toglie ogni apparenza di

stranezza nella cosa, e se ne appresenta ed appaga l' enunciata ragione, alla vista dell' anno 1794 che è nel frontispizio del primo Tomo dell' esemplare della Biblioteca. Su di ciò non sarà inutile che manifesti, che l' ultimo visto della Censura nel primo Tomo è del 17 Febbraio 1793; che i visti simili del secondo Tomo, i quali ritrovansi nella quarta pagina del primo foglio, sono del 31 Agosto e 4 Ottobre 1793; e che, colla suddetta *Lettera*, nella terza Parte di questo medesimo Tomo, ve n' ha ben altre cinque dello stesso anno 1794, e fino una del 6 Dicembre, questa di Ancona, e delle altre quattro, tre di Bologna, ed una di Firenze, tutte colla segnatura L. P.; la quale segnatura si vede pure sotto la *Lettera* di Volterra 14 Dicembre 1764, che è la più antica di tutte le *Lettere* comprese nella stessa terza Parte.

L' essere tali *Lettere* dalla firma L. P. date da tante Città diverse (ve ne sono anche due di Parma, che certamente appartengono allo stesso L. P., quantunque non abbiano alcuna segnatura), m' aveva fatto naturalmente disperare ognora più di poterne riconoscere l' autore. E dopo conosciutolo per nome, cognome, e titolo d' abate, nel modo già esposto, non per ciò m' avvisava d' averlo veramente conosciuto; giacchè mi restava a sapere di che paese, di quanta e quale dottrina ec., in somma, che cosa fosse questo Abate Lodovico Patuzzi. Di lui aveva dimandato qui in Bologna, ma indarno, per la pura ragione che, mentre non pochi, alcuni de' quali vicinissimi a me, interrogati me ne avrebbero data piena contezza, par proprio che andassi a scegliere i pochi, che non lo ebbero giammai in vista; quando mi venne il sospetto che, essendo stato il P. Beccaria scolopio, scolopio fosse pur stato l' Abate Lodovico Patuzzi, perciò obbligato a passare da una Città ad un' altra per ministerio d' istruzione ec.. Quindi interpellai su di ciò per lettera (in cui manifestava come io fossi certo che quella tale firma L. P. indicasse un Ab.

Lodovico Patuzzi ec.) il dotto e rispettabile P. Giorgi, della Congregazione del Calasanzio in Firenze, Professore riputatissimo di Fisica e d'Idraulica in quella, tanto benemerito dell' istruzione in Italia tutta, compitissimo cordialissimo amico; il quale subito, in suo pregiato foglio del 26 Dicembre p., mi rispose come segue: = *Io conosceva, e nei tempi indietro ho anche avute per le mani le Opere del Beccaria dell' Edizione di Macerata appartenenti alla Libreria di questa nostra Casa. Oggi nel ricercarle non le trovo più.... Giuliano e Lodovico Patuzzi erano scolopii. Il primo fu uomo di Lettere..... Il secondo fu uomo di Lettere e di Scienze, e anco buon Oratore..... Coltivò la Fisica, come appunto lo dimostrano quelle sue Lettere nella suddetta Edizione. Nel vostro Campo Santo esiste l' Iscrizione monumentale, che a lui dedicò il fratello suo Avvocato Vincenzo Patuzzi* =; e qui, a mia confusione, il cortesissimo Prof. Giorgi aggiungeva l' Iscrizione di questa Certosa (dettata dal ch. Schiassi nostro - Spec. alt. Inscript. ec. pag. 126 -), nella quale è accennato che il P. Lodovico Patuzzi insegnò Matematica e Fisica a Parma, a Volterra, a Correggio, che fu Teologo in Ancona del Cardinale Vescovo Ranuzzi ec., e che morì del 1811, in età di 68 anni. Il P. Giorgi chiudeva la sua risposta aiutando di buone ragioni il dubbio, da me manifestatogli, che autore d'una Lettera soscritta S. C., diretta ad L. P., compresa nella stessa Edizione, fosse stato il P. Stanislao Canovai.

E qui dell' ulteriore materia che avrei in pronto circa la Edizione Maceratese di alcune Opere del Beccaria (avendola io minutamente riscontrata colle edizioni originali, e notatone il bene ed il male, a parer mio), non starò a dire altro, per non uscire dall' argomento della mia Appendice, ed anche per non recare maggior tedio a Voi, Accademici Prestantissimi, con simili cognizioncelle, le quali ponno tornare utili, ma riescono vere noie per chi ha d' ascoltarle, ed anche per chi le

detta, massime quando non le sa condire. È però del mio argomento l'aggiungere, alle riportate notizie, queste: che di esemplari d'una tale Edizione, simili a quello posseduto dalla Biblioteca di questa P. Università, cioè aventi il su esposto particolare frontispizio nel primo Volume, ne ho in seguito veduti qui in Bologna parecchi, e so esisterne più altri ancora, specialmente tra le varie copie della stessa Edizione che ancora rimangono di un antico deposito della medesima esistente presso la famiglia Patuzzi, e che conservansi nella Libreria del sign. Av. Giu. Patuzzi, figlio dell'Av. Vincenzo suddetto: che del secondo Volume non furono tirate, o il P. Patuzzi non potè avere presso di se tante copie, quante del primo, per cui non sono pochi gli esemplari che si veggono di questo senza di quello: che il detto particolare frontispizio è visibilmente incollato colla quarta carta del Volume, dalla quale incomincia l'Avvertimento *a chi legge*; per cui si fa manifesto che anche negli esemplari, che portano un tale frontispizio, si trovava prima il su descritto originale e più comune frontispizio, ma venne tagliato e sostituito coll'altro: osserverò che sarebbe stato meglio levare e sostituire egualmente il frontispizio del secondo Volume, che così questo non comparirebbe, con stravaganza, stampato nel 1793, ed il primo, munito del nuovo frontispizio, nel 1794, oppositamente appunto a quello che fu: sarebbe pur stato miglior consiglio mettere nel nuovo frontispizio — *Tomo I* —, per la ommissione del quale contrassegno alcuni ebbero questo primo Volume dell'Edizione Maceratese per un'Opera distinta, e lo comprarono senza dell'altro.

D'ora innanzi adunque il Volume dal secondo o nuovo frontispizio non servirà più del Volume dall'altro frontispizio se non che ad accertare, che la Maceratese Edizione Beccariana fu compiuta e pubblicata soltanto dentro l'anno 1794, ed a far riconoscere nel ch. Prof. P. Lodovico Patuzzi, se non l'unico (chè io non potrei assicurarlo), certo il principale editore

della medesima, e l'autore onorabile di utili note ed aggiunte, che la fregiano. Con piacere ho sentito da congiunti suoi che negli ultimi anni del viver suo, che passò in casa del fratello, applicò a dar Lezioni private di Matematica e Fisica lodate e frequentate da distinti amatori, alcuni de' quali poscia, come un Avvocato Rossi, levarono grido altissimo.

Ma ciò che agli occhi miei onora assaissimo, e più di ogni altro riguardo, questo Prof. L. Patuzzi, si è l'avere egli scorto, a quel tempo, che gioiello si fosse il fenomeno delle contrazioni avvenienti all'atto dell'interrompimento, o della divisione dell'arco applicato alla rana, fenomeno descritto nell' *Opuscolo dell' Arco conduttore*, e menzionato da lui nella sua *Lettera del* 22 *Novembre* 1794; sendochè nel breve spoglio, che in essa si ha di quell' *Opuscolo*, è compreso uno de' luoghi del medesimo ne' quali, coll' opportunità di una qualche applicazione, si tocca di tale fenomeno, trattato *ex professo* in altri luoghi dell' *Opuscolo* stesso. Ed ecco l'altro rispetto, pel quale mi sono superiormente doluto di non aver avuta presente questa *Lettera* nel corso della stampa delle Opere Galvaniane; e precisamente quando, colle note alla pag. 251 e seg., ed alla pag. 262 delle Opere medesime, intesi a rivendicare al Galvani la piena scoperta, e le prime applicazioni dello stesso fenomeno, l'una e le altre state per tanto tempo attribuite ad altri. Però alla mia mancanza riparo adesso al di là del bisogno, col trascrivere qui per intero il luogo relativo della *Lettera* del P. Patuzzi; il che faccio pur anche, perchè posso appena sperare che alcuno fuori di Bologna (eccetto l'ottimo P. Giorgi, al quale spedii giorni fa, a sua inchiesta, la suddetta Edizione di Macerata) abbia modo di vederlo in originale. Così dunque si legge alla pag. 80-81 della terza Parte del Tomo secondo della Maceratese Edizione del Beccaria (si confronti il luogo coll' *Opuscolo dell' Arco conduttore ec.* alle pag. 73 a 76 della primitiva edizione, ed alle pag. 203 a 205 della nostra) . . . . . .

Lasciamo però anche di ripetere le contrazioni dei muscoli dalla forza degli usati artificii, replica *profondamente* il *Sig. Caldani: non siano questi che dan moto allo sbilancio dell' animale elettricità: sarà però essa la diversità del tempo in cui si applicano alle sue parti le estremità dell' arco conduttore, come fu avvertito poter essere nella torpedine. Nell' uso dell' arco applicandosi ordinariamente una estremità di esso prima dell' altra all' animale, quella non può non richiamare, o non dissipare, o in qualsivoglia altra maniera non mutare lo stato della elettricità nella parte che tocca: ed ecco tosto lo sbilancio tra la parte toccata da prima colla estremità dell' arco, e quella che si tocca di poi coll' altra. Lo sbilancio adunque può essere indotto sul momento dall' applicazione dell' arco, e non esistervi innanzi naturalmente* (si vegga la nota alla pag. 254 della nostra Collezione, rivendicante al Caldani, per questo suo sottile e retto ragionare, un diritto ad una scoperta elettro-chimica moderna).

Ma no, rispondono i difensori della prima opinione (quella a cui si accenna qui in ultimo, e che nel passo intero è posta dapprima), *che dalla diversità del tempo non può originarsi la contrarietà dell' eccesso, e del difetto elettrico nell' animale: imperocchè ne avvengono esattamente le contrazioni dei muscoli* COL MEZZO DELLA DIVISIONE DELL' ARCO ETEROGENEO, COMPOSTO DI FOGLIE DI STAGNO E DI OTTONE, *le quali anche prima del tentativo siano state applicate all' animale* (il passo relativo del Galvani dice qui meglio — *le estremità del quale arco erano già ambe applicate prima, da non poco tempo, all' animale* — Op. 205). *Ne avvengono esattamente le contrazioni, quando facciasi anche solo la mutazione dei contatti tra le foglie che formano l' arco, e questa mutazione si faccia in ambedue le parti contemporaneamente ec.* —.

È a rimarcarsi che nessuno, fuori del Patuzzi, prima della nostra Edizione aveva notato nell' *Opuscolo dell' Arco conduttore* non pur uno de' molti passi che vi si trovano a dimostrazione, o ad illustrazione del prenunciato fenomeno delle contrazioni all' atto dell' interrompimento del circuito. E siccome egli per tal guisa ebbe riguardamento ad un simile fenomeno (benchè come semplice relatore, non come sperimentatore) in tanta prossimità del tempo nel quale il fenomeno stesso aveva fermato l'attenzione e gli studi di L. Galvani, così io non dubito punto di asserire che egli medesimo, nella serie degli autori che trattarono, o motivarono di tale fenomeno, citati in una delle suddette mie note (Op. 251 e seg.), va collocato nel primo posto dopo lo stesso Galvani.

È appresso al riportato luogo che il P. Patuzzi, proseguendo il suo tema, ricorda nel modo già esposto dapprima *l' Opuscolo dell' Arco conduttore* col suo *Supplemento*, e finisce con dire che tali produzioni, ed altre che pur nomina, — *tutte si sono pubblicate nel corrente anno* (1794) —. Ond' io mi piaccio di pigliare per me (riguardo al primo de' dubbi del ch. sign. Prof. Grimelli, agitati nel precedente Discorso - p. 11 ec. -) anche quest' ultimo senso, e di finire io pure la lunga Appendice ad uno scritto, già troppo lungo da se, per queste parole - che nessuno potrà dunque mai più mettere in questione che il *Supplemento al Trattato dell' Arco conduttore* non uscisse nell' anno 1794 -.

9 *Aprilis* 1842

IMPRIMATUR H. Vaschetti V. S. O.

18 *Aprilis* 1842

IMPRIMATUR J. Passaponti Pro Vic. Gen.